



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

POBYTOVÉ MIESTNOSTI A KVALITA VZDUCHU

RESIDENTIAL ROOMS AND AIR QUALITY

DIPLOMOVÁ PRÁCA

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Valkovič

VEDÚCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Michal Valkovič
Název	Pobytové místnosti a kvalita vzduchu
Vedoucí práce	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017


doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- A. Analýza tématu, stanovení konkrétních cílů a metod řešení
- B. Příprava experimentu a experimentální měření přirozeného větrání na zvolené místnosti, analýza výsledků.
- C. Aplikace výsledků experimentu na zadanou budovu. Optimalizace rozvodu VZT a provozních režimů podle výsledků experimentu. Minimálně 1 varianta v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení:
půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva
Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práca rieši kvalitu vnútorného vzduchu v hotelových izbách na základe koncentrácie oxidu uhličitého CO₂. V prvej časti práce sa zaoberá vnútorným prostredím budov, kde popisuje jednotlivé druhy mikroklim. Experimentálna časť sa zaoberá meraním koncentrácie CO₂ v pobytovej miestnosti, infiltráciou vzduchu oknom a následne ich analýzou. V poslednej časti sú použité výsledky z experimentu na vhodný návrh a optimalizáciu hygienického vetrania s čo najmenšími nákladmi na obstaranie a prevádzku systému.

ABSTRACT

The master thesis solves indoor air quality in hotel rooms based on CO₂ levels. The first part deals with indoor climate of buildings, where each form of indoor climate is described separately. The experimental part deals with CO₂ level measurement in residual room, air infiltration through window and their analysis. The last part of thesis deals with results of the experiment, which are used to design and optimize hygienic ventilation, based on acquisition costs and operating expenses.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

koncentrácia CO₂, infiltrácia, pobytové miestnosti, kvalita vzduchu, vnútorná mikroklima, tepelná pohoda

KEY WORDS

CO₂ levels, infiltration, residual rooms, air quality, indoor climate, thermal comfort

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

Bc. Michal Valkovič *Pobytové místnosti a kvalita vzduchu*. Brno, 2018. 82 s., 110 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2018

Bc. Michal Valkovič

autor práce

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som sa chcel poďakovať svojmu vedúcemu diplomovej práce Ing. Pavlovi Uhrovi, Ph.D. za trpezlivosť, cenné rady a čas venovaný konzultáciám tejto diplomovej práce. Ďalej by som sa chcel poďakovať Ing. Petrovi Blasinkému, Ph.D. za pomoc pri meraní a spracovaní dát.

OBSAH

1 ÚVOD.....	11
ČASŤ A — TEORETICKÁ ČASŤ.....	12
2 VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV	13
2.1 ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	13
2.1.1 VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV – MIKROKLÍMA	13
2.2 TEPELNO-VLHKOSTNÁ MIKROKLÍMA.....	14
2.2.1 TEPLOTA VZDUCHU T_A	15
2.2.2 STREDNÁ RADIČNÁ TEPLOTA T_R	16
2.2.3 OPERATÍVNA TEPLOTA T_O	16
2.2.4 VÝSLEDNÁ TEPLOTA GUĽOVÉHO TEPLOMERU T_G	16
2.2.5 RÝCHLOSŤ PRÚDENIA VZDUCHU W_{AR}	17
2.2.6 VLHKOSŤ VZDUCHU	17
2.3 TEPELNÁ POHODA	17
2.3.1 TEPELNÁ ROVNOVÁHA	18
2.3.2 VNÚTORNÁ PRODUKCIA TEPLA ČLOVEKOM (METABOLIZMUS).....	19
2.3.3 TEPELNÝ ODPOR OBLEČENIA R_{CL}	19
2.3.4 HODNOTENIE TEPELNEJ POHODY.....	20
2.3.5 OPTIMALIZÁCIA TEPELNO-VLHKOSTNEJ MIKROKLÍMY	22
2.4 MIKROBIÁLNA MIKROKLÍMA	22
2.5 AEROSÓLOVÁ MIKROKLÍMA	23
2.6 ODÉROVÁ MIKROKLÍMA.....	24
2.7 TOXICKÁ MIKROKLÍMA.....	25
2.7.1 OXID UHOENATÝ CO	26
2.7.2 OXIDY SÍRY SO_x	26
2.7.3 OXIDY DUSÍKA NO_x	26
2.7.4 FORMALDEHYD	27
2.8 OXID UHLIČITÝ CO_2	27
2.8.1 KONCENTRÁCIA OXIDU UHLIČITÉHO V MIESTNOSTI	28
2.8.2 VPLYV OXIDU UHLIČITÉHO NA TELO ČLOVEKA.....	28
2.9 SVETELNÁ MIKROKLÍMA.....	29
2.10 AKUSTICKÁ MIKROKLÍMA	29
2.11 SYNDRÓM CHORÝCH BUDOV (SBS).....	30
ČASŤ B — EXPERIMENTÁLNA ČASŤ.....	31
3 VÝSLEDKY MERANIA V MIESTNOSTI.....	32
3.1 ÚVOD	32
3.2 PRINCÍP MERANIA	34
3.3 VÝSLEDKY MERANIA	35

3.4	VÝPOČET PRIETOKU VZDUCHU INFILTRÁCIOU	39
3.5	STANOVENIE MNOŽSTVA PRIVÁDZANÉHO VZDUCHU	42
4	APLIKOVANIE TÉMY NA RIEŠENÝ OBJEKT	47
4.1	POROVNANIE JEDNOTIEK JEDNOTLIVÝCH NÁVRHOV	49
4.1.1	VARIANT 1	49
4.1.2	VARIANT 2	49
4.2	SCHÉMA ROZVODOV JEDNOTLIVÝCH VARIANTOV	51
4.3	POROVNANIE KONCENTRÁCIE CO ₂ VARIANTOV	52
4.4	VÝBER OPTIMÁLNEHO VARIANTU	52
	ČASŤ C — PROJEKTOVÁ ČASŤ	56
5	TECHNICKÁ SPRÁVA	57
5.1	ÚVOD	57
5.1.1	PREDMET	57
5.1.2	POPIS OBJEKTU	57
5.1.3	VÝCHODISKOVÉ PODKLADY PRE SPRACOVANIE	57
5.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMEROV	58
5.3	PARAMETRE VNÚTORNÉHO PROSTREDIA	58
5.3.1	DIMENZOVANIE ZARIADENÍ PODĽA PRIESTOROV	59
5.4	PRÍPOJKY ENERGÍ	59
5.5	POPIS TECHNICKÉHO RIEŠENIA	59
5.5.1	KONCEPCIA VZDUCHOTECHNICKÝCH ZARIADENÍ	59
5.5.2	ZARIADENIE Č. 1 – VETRANIE HOTELOVÝCH IZIEB	59
5.5.3	ZARIADENIE Č. 2 – VETRANIE CHODBY A POMOCNÝCH PRIESTOROV	61
5.5.4	ZARIADENIE Č. 3 – CHLADENIE HOTELOVÝCH IZIEB	61
5.6	POPIS SPOLOČNÝCH PRVKOV	62
5.6.1	VZDUCHOTECHNICKÉ POTRUBIE	62
5.6.2	PROTIHLUKOVÉ OPATRENIA	62
5.6.3	PROTIPOŽIARNE OPATRENIA	63
5.6.4	IZOLÁCIE	63
5.6.5	NÁTERY	63
5.7	POŽIADAVKY NA JEDNOTLIVÉ PROFESIE	63
5.7.1	POŽIADAVKY NA STAVBU	63
5.7.2	POŽIADAVKY NA MERANIE A REGULÁCIU	64
5.7.3	POŽIADAVKY NA ELEKTROINŠTALÁCIE	64
5.7.4	POŽIADAVKY NA ZDRAVOTNÚ TECHNIKU	64
5.7.5	POŽIADAVKY NA ÚSTREDNÉ KÚRENIE	64
5.7.6	POŽIADAVKY NA CHLADENIE	65
5.7.7	POŽIADAVKY NA EPS	65
5.8	POKYNY PRE MONTÁŽ	65
5.9	POKYNY PRE OBSLUHU, ÚDRŽBU, BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI, SKÚŠKY	65
5.10	VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	67
5.11	ZÁVER	67

6 ZÁVER	73
7 POUŽITÉ ZDROJE	74
8 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	77
9 ZOZNAM OBRÁZKOV	78
10 ZOZNAM GRAFOV	79
11 ZOZNAM TABULIEK	80
12 ZOZNAM PRÍLOH.....	81
13 ZOZNAM VOĽNÝCH PRÍLOH	82
PRÍLOHY	83

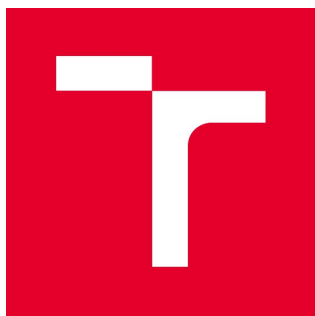
1 ÚVOD

Táto diplomová práca rieši problematiku kvality vzduchu v pobytových miestnostiach. Hlavným sledovaným faktorom je koncentrácia CO_2 , ktorá sa akumuluje v pobytovej miestnosti vplyvom človeka pri nedostatočnej výmene vzduchu. Práca je rozdelená na teoretickú, experimentálnu a projektovú časť.

V teoretickej časti je riešená vnútorná mikroklima budov. Popísané sú jednotlivé zložky mikroklimy, z čoho sa tieto zložky skladajú a ako vplývajú na človeka. Ďalej je popísaný samotný oxid uhličitý, bežné koncentrácie v exteriéri a interiéri a aký má vplyv zvýšená koncentrácia na ľudských organizmus. Priblížený je aj pojem syndrómu chorých budov, ako vzniká a čo spôsobuje.

V druhej časti je popísaný experiment, ktorý prebiehal v posudzovanej miestnosti, pri ktorom sa merala koncentrácia CO_2 . V tejto časti sú uvedené grafy a tabuľky zostavené na základe výsledkov merania. Ďalej sú vyhodnotené skúmané parametre a porovnané s doporučenými a maximálnymi predpísanými hodnotami. Na základe týchto výsledkov sú porovnávané dva varianty VZT z hľadiska koncentrácie CO_2 , obstarávacej ceny, prevádzkových nákladov, ktoré sú spojené s prevádzkou jednotlivých variantov.

Tretia časť obsahuje projektovú dokumentáciu optimálneho variantu VZT, ktorej súčasťou je technická správa s popisom jednotlivých zariadení na úpravu vzduchu, výkresová dokumentácia, špecifikácia prvkov a tabuľka výkonov jednotlivých zariadení.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČASŤ A – TEORETICKÁ ČASŤ

POBYTOVÉ MIESTNOSTI A KVALITA VZDUCHU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Valkovič

VEDÚCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2018

2 VNÚTORNÉ PROSTREDIE BUDOV

2.1 ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Životným prostredím človeka sa rozumie tá časť sveta, s ktorou človek prichádza do styku, ktorú pretvára a využíva pre uspokojovanie svojich potrieb. Pozornosť sa sústreďuje najmä na hmotnú časť prostredia, ktorá je daná priestorom, kde človek býva, pracuje a odpočíva.

Životné prostredie človeka môžeme rozdeliť na dva základné celky. Najčastejším rozdelením je podľa umiestnenia človeka na prostredie vnútorné a prostredie vonkajšie. Vonkajším prostredím človeka môžeme rozumieť životné prostredie mimo stavieb.

Znečistenie vonkajšieho prostredia najčastejšie vzniká činnosťou človeka. Okrem človeka má však vplyv na znečistenie aj samotná príroda. Do prírodných vplyvov sa radia sopečné erupcie, spĺšky morskej soli, emisie prchavých látok a vetrom naviaty prach. Ľudskou činnosťou však vzniká oveľa vyššie množstvo znečisťujúcich látok, hlavne pri spaľovaní fosílnych palív pri výrobe elektrickej energie, spracovaní odpadu, poľnohospodárstve či pri priemyselných procesoch využívaním chemických látok.

Vnútorné prostredie budov je časť, v ktorej niektorí z nás môžu tráviť až 90 % svojho života, či už je to doma, v práci alebo v škole. Preto má kvalita vzduchu, ktorý v ňom dýchame priamy vplyv na naše zdravie. Hlavnými problémami je teda čistota ovzdušia. Ďalej je nutné zaistiť tepelnú pohodu, ochranu proti hluku, vhodnosť osvetlenia.

[1]

2.1.1 Vnútorné prostredie budov – mikroklima

Vnútorné prostredie budov je delené podľa typu interakcie človeka s prostredím. Z tohto dôvodu je možné rozdeliť vnútorné prostredie podľa činnosti človeka.

- Pracovné prostredie – vnútorné prostredie, ktoré je určené alebo využívané na prácu. Do tejto kategórie patria výrobné a administratívne budovy, kabíny pracovných zariadení a ďalšie.
- Obytné prostredie – prostredie, ktoré je využívané na bývanie prípadne na krátkodobú rekreáciu.
- Rekrečné prostredie – prostredie určené alebo využívané na rekreáciu.
- Ďalšie druhy prostredia – prostredia určené na ostatné činnosti, napr. liečebné, spoločensko-kultúrne a ďalšie.

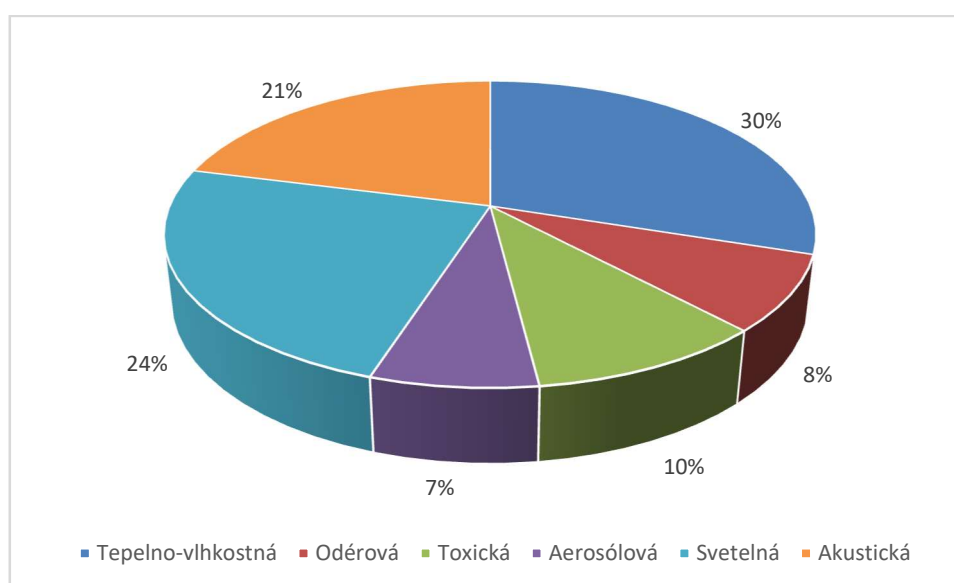
V každom z týchto prostredí sa analyzujú tzv. činitele mikroklimy. Medzi hlavné činitele (faktory), ktoré majú vplyv na kvalitu vzduchu v budove, patrí:

- kvalita okolitého vzduchu,
- teplota vzduchu a teplota povrchu stien,

- rýchlosť prúdenia vzduchu,
- vlhkosť vzduchu,
- objem vzduchu privádzaného na jednu osobu a intenzita výmeny vzduchu,
- koncentrácie škodlivín vo vnútornom vzduchu, ktoré závisia od:
 - počtu osôb, ktoré sa tam nachádzajú a činností, ktoré vykonávajú,
 - priestorového, dispozičného a estetického usporiadania atď.

Je dôležité aby bola dosiahnutá pohoda prostredia – stav, keď sú v prostredí dosiahnuté čo najlepšie podmienky pre zdravý a tvorivý pobyt. Pohoda prostredia je vnímaná človekom ako jeden celok, napriek tomu je možné doceliť pohodu len niektorých činiteľov, ako je pohoda toxická, aerosólová, mikrobiálna, odérová, tepelná, svetelná a iné.

[1]



Graf 1: Percentuálne zastúpenie hlavných zložiek mikroklím, ktoré sa podieľajú na tvorbe vnútorného prostredia [9]

Z grafu 1 vyplýva, že najdôležitejšou zložkou vnútorného prostredia je tepelno-vlhkostná mikroklíma (30%), ktorú človek vníma najcitlivejšie.

[9]

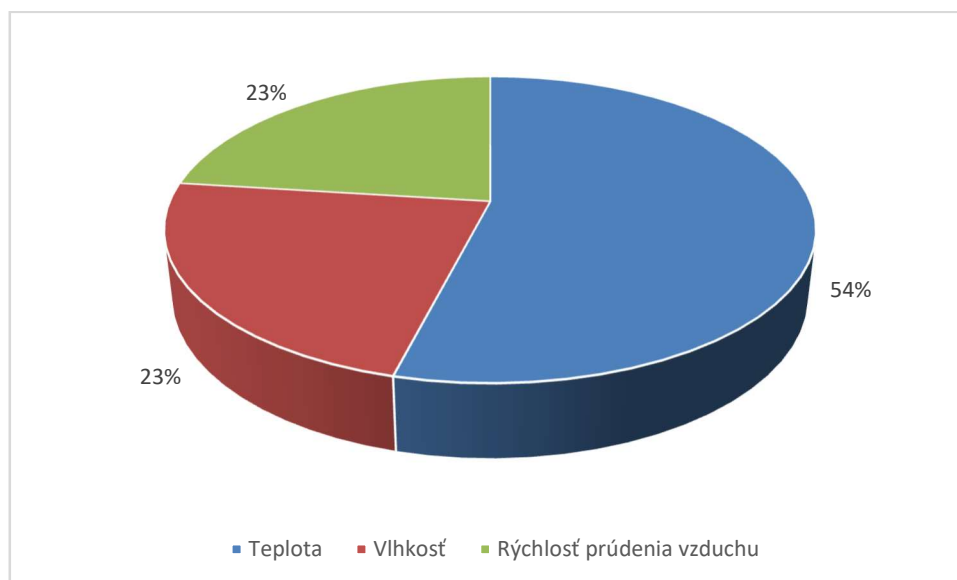
2.2 TEPELNO-VLHKOSTNÁ MIKROKLÍMA

Táto zložka vnútorného prostredia je tvorená tepelnými a vlhkostnými tokmi a najviac ovplyvňuje vnímanie a pocity ľudí. Z prevažnej časti je tvorená na základe vonkajších klimatických podmienok. V budovách, kde sa nachádza väčšie množstvo osôb však už zásadne ovplyvňuje mikroklímu produkcia tepla z osôb.

Základné faktory, ktoré hodnotia tepelno-vlhkostnú mikroklímu sú:

- teplota vzduchu t_a [°C],
- operatívna teplota t_o [°C],
- výsledná teplota guľového teplomeru t_g [°C],

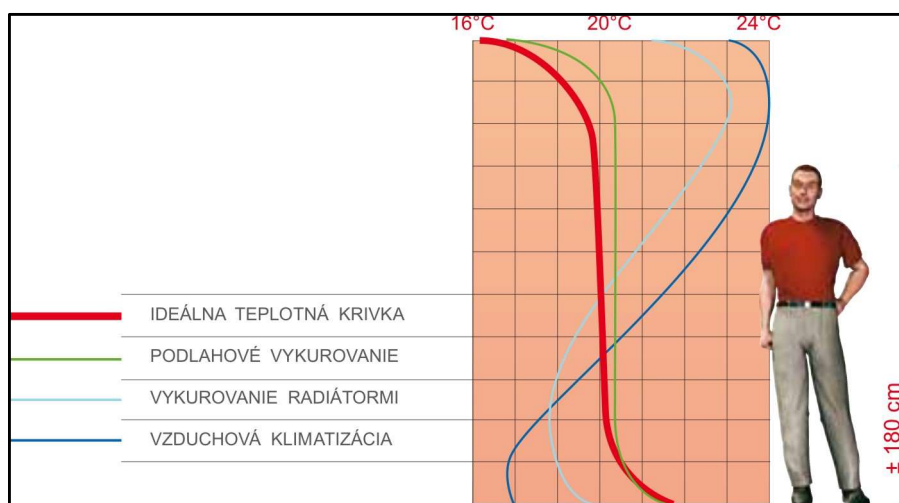
- stredná radiačná teplota t_r [°C],
- rýchlosť prúdenia vzduchu w_{ar} [m/s],
- vlhkosť vzduchu [%],
- tepelnoizolačné vlastnosti oblečenia R_{cl} [clo], [(m²·K/W)],
- produkcia tepla od ľudí q_m^* [W·m²], [clo].



Graf 2: Percentuálne zastúpenie jednotlivých faktorov podieľajúcich sa na tvorbe tepelno-vlhkostnej mikroklimy [9]

2.2.1 Teplota vzduchu t_a

Je to teplota vnútorného vzduchu, v ktorej nie je zohľadnený vplyv sálania okolitých interiérových plôch. Rozloženie teploty vzduchu v interiéri nie je rovnomerné, je závislé od spôsobu vykurovania v miestnosti. [2]



Obrázok 1: Porovnanie vertikálneho rozloženia teplôt rôznymi spôsobmi vykurovania [10]

Z pohľadu jednotlivých vykurovacích systémov sa ako najlepšia voľba javí podlahové vykurovanie. Jeho teplotná krivka je najviac podobná ideálnej, kde je najvyššia

teplota pri nohách človeka a smerom k hlave klesá. Pri ostatných typoch vykurovania je teplotná krivka opačná, teda pri hlave človeka je výrazne vyššia teplota, ako je pri nohách.

2.2.2 Stredná radiačná teplota t_r

Je definovaná ako rovnomerná spoločná teplota všetkých plôch v interiéri, pri ktorej by bol prenos tepla sálaním rovnaký ako v skutočnosti. [2]

2.2.3 Operatívna teplota t_o

Je definovaná ako jednotná teplota uzavretého čierneho priestoru, kde by medzi telom a prostredím došlo k výmene rovnakého množstva tepla radiáciou a konvekciou ako v skutočnom teplotne nehomogénnom prostredí. Výpočet operatívnej teploty je závislý od rýchlosti prúdenia vzduchu, strednej radiačnej teploty a od teploty vzduchu.

Ak je rýchlosť prúdenia vzduchu v miestnosti menšia ako 0,2 m/s a rozdiel medzi strednou radiačnou teplotou a teplotou vzduchu je menší ako 4 K:

$$t_o = \frac{t_a + t_r}{2} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Pri rýchlosti vyššej ako 0,2 m/s sa operatívna teplota vypočíta ako:

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) \cdot t_r \quad [^{\circ}\text{C}]$$

A – hodnota závislá od relatívnej rýchlosti prúdenia vzduchu [-]

w_{ar}	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00
A	0,50	0,53	0,60	0,65	0,70	0,75

Tabuľka 1: Závislosť koeficientu A od rýchlosti prúdenia vzduchu [2]

2.2.4 Výsledná teplota guľového teplomeru t_g

Je to teplota meraná guľovým teplomerom v okolí ľudského tela, v ktorej je zahrnutý vplyv súčasného pôsobenia povrchovej teploty okolitých stien, rýchlosti prúdenia a teploty vzduchu. [2]

Operatívna teplota a výsledná teplota guľového teplomeru sú základné teplotné veličiny, podľa ktorých je hodnotená tepelná záťaž na človeka v jednotlivých vnútorných prostrediach. Jednotlivé prípustné hodnoty operatívnych teplôt pre pracovné prostredie sú uvádzané v Nariadení vlády č. 361/2007 Zb., výsledné teploty guľového teplomeru pre pobytové miestnosti niektorých budov (ubytovacích zariadení, športových hál atď.) sú uvedené vo Vyhláske č. 6/2003 Zb., výsledné teploty pre priestory výchovy mladistvých sú uvedené vo Vyhláske č. 343/2009 Zb.

2.2.5 Rýchlosť prúdenia vzduchu w_{ar}

Rýchlosť prúdenia vzduchu v miestnosti je dôležitý teplotný faktor, ktorý je citlivo vnímaný každou osobou subjektívne. Rýchlosť spôsobuje odparovanie potu z pokožky človeka, a tým sa dosiahne jeho ochladzovanie. Pri vyšších rýchlostiach prúdenia však môže človek pociťovať prievan. Najčastejšími priestormi, kde dochádza k prievanu sú nútene vetrané a klimatizované priestory. [2,4]

2.2.6 Vlhkosť vzduchu

Vlhkosť vzduchu je udávaná množstvom vodných pár, ktoré sa nachádzajú v určitom objeme vzduchu. Najčastejšie sa udáva ako relatívna vlhkosť, prípadne ako absolútna vlhkosť alebo merná vlhkosť. [4]

Relatívna vlhkosť vzduchu ϕ – je definovaná pomerom parciálneho tlaku vodnej pary vo vzduchu ku parciálnemu tlaku nasýteného vzduchu a udáva mieru nasýtenia vzduchu vodnou parou.

$$\phi = \frac{p_v}{p''_v} * 100 \quad [\%]$$

p_v – parciálny tlak vodnej pary

p''_v – parciálny tlak nasýteného vzduchu

Absolútna vlhkosť vzduchu a – vyjadruje hmotnosť vodnej pary obsiahnutej v 1 m³ vzduchu.

$$a = \frac{m_v}{V} [\text{g/m}^3]$$

m_v – hmotnosť vodnej pary [g]

V – objem vzduchu [m³]

Merná vlhkosť vzduchu x – je definovaná pomerom hmotnosti vodnej pary a hmotnosti suchého vzduchu.

$$x = \frac{m_v}{m_A} \quad [\text{g/kg}]$$

m_v – hmotnosť vodnej pary [g]

m_A – hmotnosť suchého vzduchu [kg] [26]

2.3 TEPELNÁ POHODA

Pojem tepelná pohoda vyjadruje stav mysle, ktorý je spojený so spokojnosťou človeka s teplotným stavom prostredia. Tepelná pohoda je subjektívnym pocitom

jednotlivého človeka, keď nepocit'uje nadmerné teplo ani chlad. Cieľom je dosiahnutie rovnováhy tepelného režimu človeka, ktorá je potrebná pre udržanie stálej telesnej teploty.

2.3.1 Tepelná rovnováha

Tepelnou rovnováhou sa rozumie stav, keď okolie odoberá ľudskému telu práve toľko tepla, koľko človek vyprodukuje. Tepelná rovnováha je vyjadrená vzťahom:

$$f = (q_m^*, R_{cl}, t_i, t_r, w, p_v, t_k, q_w^*) = 0$$

q_m^* – vnútorná tepelná produkcia tepla z jednotkovej plochy na povrch tela (metabolizmus)

$$q_m^* = \frac{Q}{S_t} \quad [\text{W/m}^2]$$

S_t – plocha povrchu tela [m^2]

R_{cl} – tepelný odpor odevu [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$]

t_i – teplota okolitého vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

t_r – stredná radiačná teplota [$^{\circ}\text{C}$]

w – rýchlosť prúdenia vzduchu [m/s]

p_v – tlak vodných pár vo vzduchu [kPa]

t_k – stredná teplota pokožky [$^{\circ}\text{C}$]

q_w^* – tepelný tok z jednotkovej plochy povrchu tela vyparovaním vylúčeného potu

$$q_w^* = \frac{Q_w}{S_t} \quad [\text{W/m}^2]$$

K tepelnej pohode, ako stavu prostredia dochádza vtedy, keď človek v tomto prostredí nepocit'uje ani chlad ani teplo. Dochádza k tomu v prípade, ak sú v rovnováhe teplo, ktoré človek vyprodukuje, a jeho tepelné straty. Množstvo tepelných strát závisí od toho, koľko tepla bude z tela odovzdaného do okolitého prostredia (prúdením, vedením, sálaním atď.). V prípade, že prostredie je príliš chladné a množstvo odovzdaného tepla je väčšie ako vyprodukovaného, dochádza k podchladeniu. S tým sa telo musí vyrovnávať pomocou termoregulácie.

Rovnica tepelnej rovnováhy:

$$Q_{vypr}^* = Q_{str}^*$$

Q_{vypr}^* – teplo vyprodukované ľudským telom [W]

Q_{str}^* – tepelná straty ľudského tela [W]

$$Q_{vypr}^* = \pm Q_{kd}^* \pm Q_k^* \pm Q_s^* \pm Q_d^* \pm Q_w^* \pm Q_a^*$$

Q_{kd}^* – tepelný tok vedením [W]

Q_k^* – tepelný tok prúdením [W]

Q_s^* – tepelný tok sálaním [W]

Q_d^* – tepelný tok odvádzaný dýchaním [W]

Q_w^* – tepelný tok vyparovaním [W]

Q_a^* – tepelný tok akumulovaný v tele [W] [4]

2.3.2 Vnútorná produkcia tepla človekom (metabolizmus)

Človek neustále vytvára nejakú formu energie. Množstvo energie, aké človek vyprodukuje, závisí od fyziologickej stavby človeka, na činnosti, akú práve vykonáva, a na prostredí, v ktorom sa nachádza. Táto metabolická produkcia človeka sa dá rozdeliť do dvoch skupín:

- bazálny metabolizmus – teplo vzniká na základe biologických procesov, ktoré neustále v tele prebiehajú,
- svalový metabolizmus – teplo, ktoré sa uvoľňuje pri fyzickej činnosti človeka.













Pre vyjadrenie vnútornej produkcie tepla bola zavedená jednotka *met*, ktorá predstavuje množstvo metabolického tepla uvoľňovaného pri ľahkej práci, vzťahovaná na telesnú plochu.

$$1 \text{ met} = 58,2 \text{ W/m}^2 \quad [2,4]$$

2.3.3 Tepelný odpor oblečenia R_{cl}

Funkciou oblečenia je tepelne izolovať človeka od okolitého vzduchu v prostredí. Vyjadruje sa v jednotke *clo*, ktorá bola stanovená v roku 1941. Predstavuje typické pánske oblečenie, ktoré sa skladá z obleku s vestou a košeľou s dlhým rukávom. Ide o odpor vlastného oblečenia a nie je v ňom zahrnutý odpor pri prestupe tepla.

$$1 \text{ clo} = 0,155 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} \quad [11]$$

					
< 0,5	0,6 - 1,2	1,3 - 1,7	1,8 - 2,4	2,5 - 3,4	> 3,5
					

Obrázok 2: Izolácia súboru oblečenia [11]

2.3.4 Hodnotenie tepelnej pohody

Metódy hodnotenia tepelnej pohody sa rozdeľujú na tri skupiny:

- objektívne – musí byť hodnotená na základe reálnych údajov alebo matematických modelov, splnená rovnica tepelnej rovnováhy,
- subjektívne – hodnotená na základe pocitov jednotlivých subjektov a ich názorov,
- predpisové – hodnotená na základe predpisov, zákonov, noriem.

Kvôli individuálnym rozdielom fyziologickej stavby jednotlivých osôb v miestnosti, nie je možné zaistiť pocit tepelnej pohody pre všetky osoby.

Efektívna teplota t_{ef} vyjadruje pôsobenie teploty a vlhkosti na človeka. Je definovaná ako teplota pri relatívnej vlhkosti 50 %, ktorá spôsobí rovnaké tepelné straty ako skutočné prostredie. Ak majú dva priestory rôzne teploty a vlhkosti, ale rovnakú efektívnu teplotu, vyvolávajú rovnaké reakcie na organizmus, musí však byť dodržaná rovnaká rýchlosť prúdenia vzduchu.

Pre hodnotenie tepelného stavu prostredia sa používa norma ČSN ISO 7730, ktorá hodnotí tepelný stav prostredia na základe ukazovateľov PMV (predicted mean vote) a PPD (predicted percentage of dissatisfied):

- Index PMV – sa vzťahuje na sedemstupňovú stupnicu ASHRAE a predpovedá stredný tepelný pocit. Pôvodné údaje boli zozbierané medzi veľkým počtom ľudí, ktorí boli podrobení rôznym podmienkam a následne mali využiť hodnotu zo stupnice, ktorá najlepšie opísala ich pocit. ASHRAE stupnica je najčastejšie používanou a udáva, ako je človek spokojný. Druhá najpoužívanejšia stupnica je Bedfordova. Tá viac vyjadruje pocitové vnímanie človeka vo vnútornom prostredí.

[13]

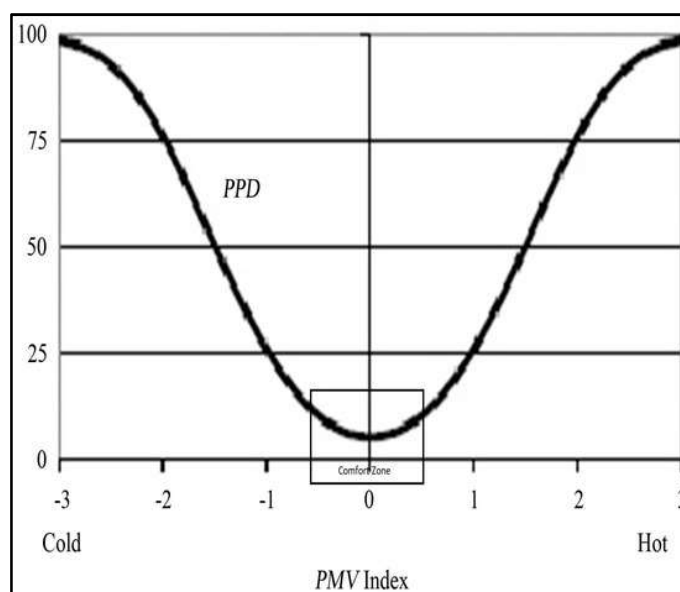
PMV	ASHRAE	Bedford
-3	Zima	Veľmi chladno
-2	Chladno	Chladno
-1	Mierne chladno	Príjemne chladno
0	Neutrálne	Príjemne
+1	Mierne teplo	Príjemne teplo
+2	Teplo	Teplo
+3	Horúco	Veľmi teplo

Tabuľka 2: Tepelný pocit podľa indexu PMV [13]

- Index PPD – predpovedá, aké veľké percento ľudí bude nespokojných s teplotnými podmienkami vo vnútornom prostredí.

Na obrázku 3 je vidieť, že pri neutrálnych podmienkach vo vnútornom prostredí a veľkej skupine ľudí vystavenej tým istým podmienkam, je stále aspoň 5 % ľudí nespokojných. Pri indexe $PMV \pm 0,5$ sa v miestnosti nachádza 10 % nespokojných, čo stále môžeme považovať za tepelný komfort.

[2,4]

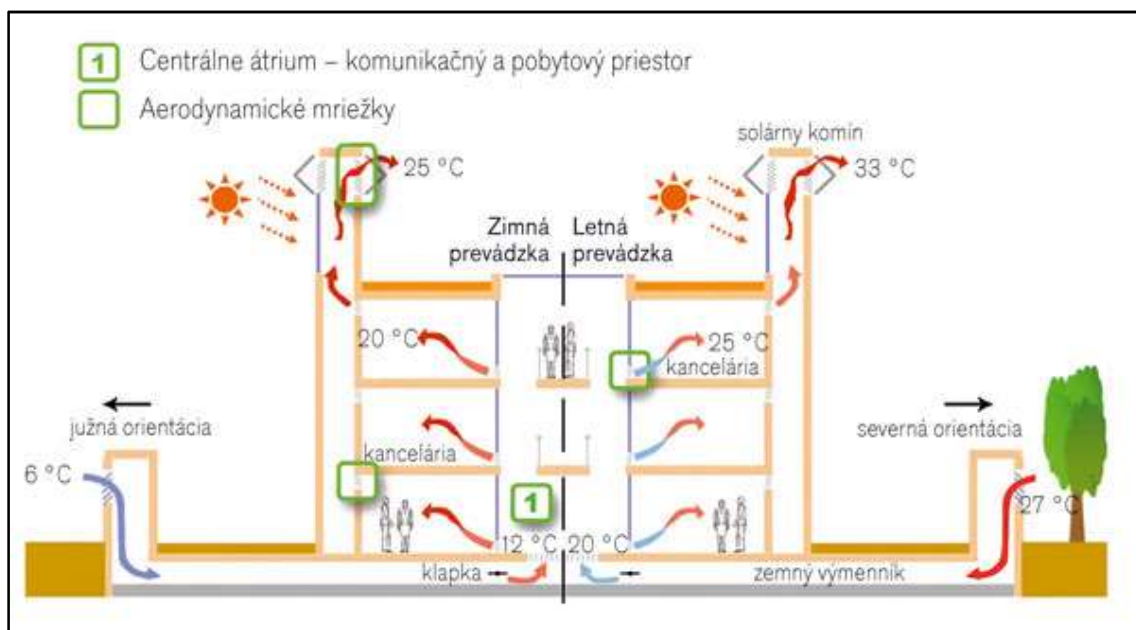


Obrázok 3: Graf závislosti PMV a PPD [12]

2.3.5 Optimalizácia tepelno-vlhkostnej mikroklímy

Pojem optimalizácia predstavuje zlepšenie už existujúceho stavu vnútorného prostredia, prípadne návrh ideálneho riešenia. Dosiahnutie optimálnych podmienok môžeme dosiahnuť zásahom na zdroji, v prostredí a na konkrétnom subjekte. Zásah na subjekte sa rozumie individuálne prispôbenie jednotlivca konkrétnym pocitom (obliecť/vyzliecť sa), zásah na zdroji predstavuje izolovanie objektov. Najčastejším spôsobom optimalizácie je zásah do prostredia.

Zásah v prostredí je rozdielny v teplom a studenom období. V studenom období dochádza k optimalizácii ústredným (radiátory, sálavé vykurovanie – podlahové, stropné) alebo teplovzdušným vykurovaním. Pri ideálnom vykurovaní by nemalo dochádzať k prievanu, malo by obsahovať dostatočné množstvo sálavej zložky a mala by byť umožnená individuálna regulácia. V teplom období dochádza k optimalizácii vetraním, klimatizáciou, prípadne chladením. K tejto optimalizácii dochádza prirodzene (solárny komín, pasívne solárne prvky), kombinovane (prirodzený prívod vzduchu a nútený odvod), nútene (vzduchotechnické jednotky, stropné chladenie) alebo hybridne (solárny komín). Aby boli tieto prvky účinné, je nutné, aby vonkajšie presklenie objektu tvorilo maximálne 40 % povrchu fasády a bolo doplnené o vonkajšie žalúzie, prípadne dostatočná výmena vzduchu v noci.



Obrázok 4: Schéma navrhovanej koncepcie pomoci solárneho komína [14]

2.4 MIKROBIÁLNA MIKROKLÍMA

Táto zložka mikroklímy, ktorá je tvorená mikroorganizmami (plesne, baktérie, vírusy), v dnešnej dobe nadobúda čoraz väčšiu dôležitosť. Dôvodom je najmä nárast rôznych alergénov či infekčných ochorení. Tieto mikroorganizmy sa nazývajú biologické činitele.

Podľa miery rizika nakazenia človeka sa rozdeľujú biologické činitele do štyroch skupín:

- skupina 1 – nie je pravdepodobné, že by mohli spôsobiť ochorenie človeka,
- skupina 2 – môžu spôsobiť ochorenie človeka a môžu byť nebezpečenstvom pre zamestnancov, je však nepravdepodobné, že by sa rozšírili do prostredia mimo pracovisko, účinná profylaxia alebo liečba prípadného ochorenia sú bežne dostupné,
- skupina 3 – môžu spôsobiť závažné ochorenie človeka a predstavujú závažné nebezpečenstvo pre zamestnancov a nebezpečenstvo z hľadiska rozšírenia do prostredia mimo pracovisko, účinná profylaxia alebo liečba prípadného ochorenia sú bežne dostupné,
- skupina 4 – spôsobujú človeku závažné ochorenie a predstavujú pre zamestnanca závažné nebezpečenstvo i nebezpečenstvo rozšírenia mimo pracovisko, účinná profylaxia alebo liečba prípadného ochorenia sú bežne nedostupné.

[2,15]

Najúčinnejším spôsobom ako ich odstrániť zo vzduchu, je intenzívna výmena vzduchu a účinná filtrácia. V niektorých prípadoch, pri tzv. čistých prostrediach, dochádza okrem viacstupňovej filtrácie vzduchu aj k dezinfekcii. Dôležité je, aby dochádzalo k pravidelnému a včasnému čisteniu filtrov.



Obrázok 5: Rozdiel medzi čistým a zaneseným filtrom (uhlíkový a HEPA filter)

2.5 AEROSÓLOVÁ MIKROKLÍMA

Aerosólová mikroklíma je zložka vnútorného prostredia, ktorá je tvorená aerosólovými tokmi. Aerosóly rozdeľujeme na dva základné typy, a to pevné (prachy) a kvapalné (hmly) aerosóly, ktoré sú rozptýlené vo vzduchu okolo nás. Podľa biologických účinkov na organizmus, môžeme pôsobenie aerosólov rozdeliť do štyroch skupín:

- fyzikálne (hlavne mechanické) – zápaly slizníc, spojiviek,

- chemické (hlavne toxické),
- fyzikálno-chemické,
- biologické – alergizujúce a karcinogénne účinky.

Zníženie koncentrácie aerosólov vo vzduchu sa dá docieľiť vhodným spôsobom vetrania, filtráciou privádzaného vzduchu, prípadne koaguláciou aerosólových častíc, pri ktorej sa kvapalný aerosól s vysokou zmáčavosťou rozprašuje, dochádza k zlúčeniu malých častíc a následne vplyvom gravitácie k ich sedimentácii. [2,5]

Koncentrácia týchto častíc vo vnútornom vzduchu je definovaná a podľa nej sú jednotlivé priestory rozdelené do tzv. tried čistoty.

Trieda čistoty	Maximálna koncentrácia (častice / m ³ vzduchu) pre častice \geq ako je uvedená veľkosť					
	0,1 μ m	0,2 μ m	0,3 μ m	0,5 μ m	1 μ m	5 μ m
ISO trieda 1	10	2				
ISO trieda 2	100	24	10			
ISO trieda 3	1 000	237	102	4		
ISO trieda 4	10 000	2 370	1 020	35	8	
ISO trieda 5	100 000	23 700	10 200	352	83	
ISO trieda 6	1 000 000	237 000	102 000	3 520	832	29
ISO trieda 7				35 200	8 320	293
ISO trieda 8				352 000	83 200	2 930
ISO trieda 9				3 520 000	832 000	29 300
ISO trieda 10				35 200 000	8 320 000	293 000

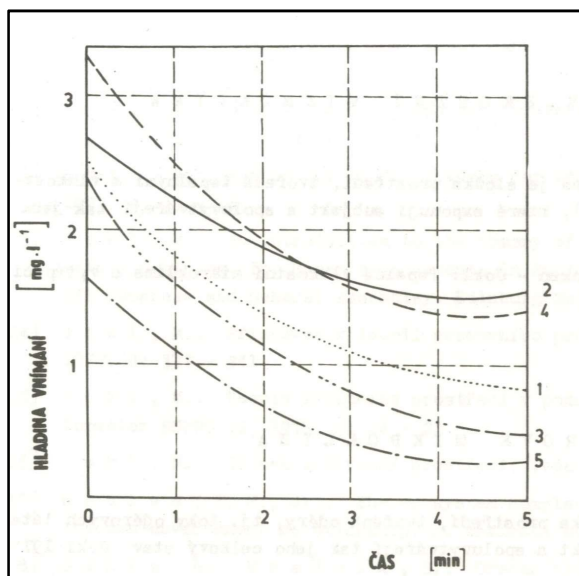
Tabuľka 3: Trieda čistoty podľa ČSN EN 14644 [16]

2.6 ODÉROVÁ MIKROKLÍMA

Odéry sú plynnou zložkou vnútorného vzduchu, ktoré sú vnímané ako pachy. Tieto pachy môžu mať organický alebo anorganický pôvod. Vo väčšine prípadov sú však vo vnútornom prostredí produkované práve človekom, prípadne sú spôsobené jeho činnosťou v samotnom prostredí. Ďalším spôsobom ako sa dostávajú do vnútorného prostredia je, že sa postupne uvoľňujú z využitých stavebných materiálov alebo zo zariadení predmetov. Odéry rozdeľujeme do piatich základných typov podľa Zwaardemakerovej stupnice:

- éterické (ľudský pach),
- aromatické (pachy, ktoré vznikajú pri rozklade dozretého ovocia),
- izovalerické (pach potu, fajčenia),
- žltkasté (pach z mliečnych výrobkov),
- narkotické (pach rozkladajúcich sa bielkovín, vôňa tabaku).

[5]



Obrázok 6: Hladina vnímania odérov v závislosti od času (1 – éterické, 2 – aromatické, 3 – izovalerické, 4 – žltkasté, 5 – narkotické) [5]

Množstvo odérov vo vnútornom vzduchu nám udáva kvalitu vzduchu. Hodnotenie pachov je pre človeka len subjektívnym názorom. Pre objektívne zhodnotenie sú zavedené hygienické limity. V prostredí, kde je najčastejším dôvodom zníženia kvality vzduchu človek, slúži ako hodnotenie kvality meranie koncentrácie oxidu uhličitého CO_2 .

Následkami rôznych činností človeka vo vnútornom prostredí sa do vzduchu uvoľňujú tzv. prchavé organické zlúčeniny (VOC – Volatile Organic Compound). To, o aké látky sa jedná, závisí na druhu činnosti, ktorú človek vykonáva. Do týchto činností sa radí napr. maľovanie, čistenie domácností, pranie, umývanie riadu, starostlivosť o telo, používanie voňaviek, deodorantov a iné. Jednotlivé najvyššie prístupné koncentrácie sú stanovené vo Vyhláske 6/2003 Zb., na základe ich škodlivosti na zdravie ľudí, ktorí sú ich účinkom vystavení. [18]

Koncentrácia odérových látok vo vnútornom prostredí sa dá ovplyvniť iba dostatočným prívodom čerstvého vzduchu.

2.7 TOXICKÁ MIKROKLÍMA

Vnútorné prostredie s výskytom toxických látok označujeme ako toxická mikroklima. Tieto látky, ktoré sú buď organického alebo anorganického pôvodu, sa do vnútorného prostredia dostávajú z okolitého prostredia alebo vznikajú priamo vo vnútornom prostredí. Vo vnútornom prostredí môžu vznikať činnosťou človeka, prípadne ich zdrojom môžu byť využité stavebné materiály či ostatné vybavenie budovy.

Medzi toxikanty, ktoré najviac ovplyvňujú zdravie človeka zaradujeme najmä:

- oxidy dusíka (NO_x),
- oxidy síry (SO_x),
- oxid uhoľnatý (CO),
- radón (Ra),
- ozón (O_3),
- formaldehyd,
- cigaretový dym a iné.

[2,18]

2.7.1 Oxid uhoľnatý CO

Oxid uhoľnatý CO je bezfarebný plyn bez zápachu, ľahší ako vzduch. Vo vnútornom prostredí vzniká najmä pri nedokonalom spaľovaní – pece na tuhé palivá, plynové spotrebiče v uzavretom priestore bez možnosti odvodu vzduchu a iné. Ďalším významným zdrojom CO je fajčenie tabakových výrobkov. Oxid uhoľnatý v ľudskom tele blokuje krvné farbivo, čím znemožňuje prenos kyslíka z pľúc do tkanív. Najčastejšie sa prejaví otrava bolesťami hlavy, končatín a sčervenanie tváre. Človeku vystavenému veľmi vysokým koncentráciám môže spôsobiť až smrteľné následky.

[17,18]

2.7.2 Oxidy síry SO_x

Oxidy síry sa už v dnešnej dobe v bežných interiéroch nevyskytujú. Najčastejším oxidom, ktorý sa môže vyskytovať je oxid siričitý SO_2 . Hlavný dôvodom jeho vzniku je spaľovanie fosílnych palív a palív, ktoré obsahujú síru. Jeho zvýšená koncentrácia vo vnútornom prostredí sa môže vyskytovať najmä v oblastiach, kde sa nachádzajú teplárne a tepelné elektrárne. Účinky oxidu siričitého sa dostavia asi 10 až 15 minút po jeho vdýchnutí. Dráždi nos, hrdlo a dýchacie cesty. Spôsobuje kašeľ a dýchavičnosť. Najviac ohrozenou skupinou ľudí sú tí, ktorí trpia astmou alebo podobnými problémami s dýchaním.

[17,18]

2.7.3 Oxidy dusíka NO_x

Medzi dva najbežnejšie vyskytujúce sa oxidy dusíka patrí oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO_2 . Najväčším zdrojom týchto oxidov je automobilová doprava a tepelné elektrárne. Vo vnútornom prostredí sú hlavnými zdrojmi plynové kotle, plynové ohrievače a sporáky, kde tieto oxidy vznikajú pri horení plynu. Dlhodobé vystavenie vysokej koncentracii oxidu dusnatého a oxidu dusičitého môže spôsobiť smrť. Oxid dusnatý pôsobí najmä na pľúca a dolné dýchacie cesty, kde pri dlhodobom vystavovaní vyššej koncentracii môže dochádzať k pretváraniu pľúcnych tkanív. Oxid dusičitý postupne znižuje množstvo krvného farbiva v krvi, čo spôsobuje horšie okysličovanie tkanív.

[17,18]

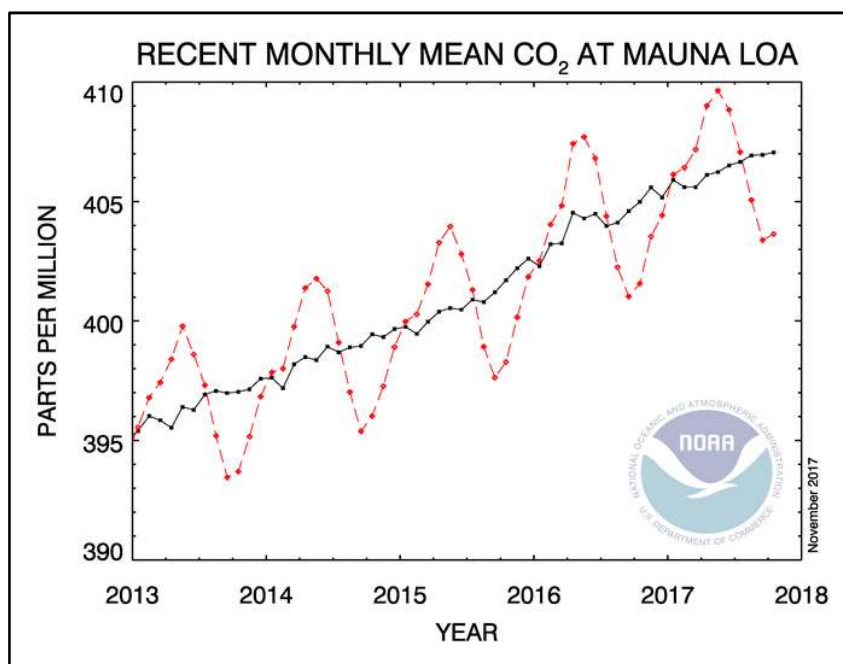
2.7.4 Formaldehyd

Formaldehyd je štipľavý zápachajúci plyn, ktorý sa v interiéri uvoľňuje priamo zo stavebných materiálov, zariadení, predmetov, podláh a kobercov. Ďalej sa môže vyskytovať v kozmetických a dezinfekčných prostriedkoch, ktorých je súčasťou. Na výslednú koncentráciu vo vnútornom prostredí nemá významný vplyv koncentrácia, ktorá je obsiahnutá vo vonkajšom prostredí, značne závisí na vnútornej teplote a vlhkosti. Vysoké koncentrácie sú najmä v bytoch, kde boli pri výstavbe využité drevotrieskové dosky, prípadne využitá močovino-formaldehydová izolácia. Pri nižších koncentráciách dochádza ku podráždeniu očí a dýchacích ciest, pri zvyšovaní koncentrácie prechádza od podráždenia až ku kašľu, slzeniu očí, nutnosti zvracania či bolestiam hlavy. Pri pravidelnom vystavení vysokým koncentráciám môže dôjsť k ekzémom kože, dýchacím problémom a astme, zákalu rohovky, ktorá môže viesť až ku slepote. [17,18]

2.8 OXID UHLIČITÝ CO₂

Oxid uhličitý CO₂ je prirodzenou zložkou atmosféry. Koncentrácia CO₂ sa mení vplyvom ľudskej činnosti a závisí od oblasti kde dochádza k meraniu. Každoročne však vplyvom človeka a iných prírodných procesov sa postupne jeho koncentrácia v atmosfére zvyšuje. Je závislá od lokálnych podmienok ako je množstvo dopravy v okolí, priemysel alebo ďalšie zdroje spaľovania. Ďalšími možnými príčinami sú poveternostné podmienky, kde sa vplyvom vetra môže akumulovať na malej ploche väčšie množstvo oxidu uhličitého. Množstvo CO₂ v zložke vzduchu sa dá jednoducho vyjadriť ako „parts per million“ (ppm) – množstvo molekúl oxidu uhličitého v miliónoch molekúl vzduchu. Vonkajšia koncentrácia oxidu uhličitého je v bežných oblastiach 380 ppm a viac. [7,19]

Na obrázku 7 sú červenou čiarou zobrazené stredné mesačné hodnoty namerané na havajskej sopke Mauna Loa. Čiernou čiarou sú taktiež zobrazené stredné mesačné hodnoty, ale skorigované o priemerné sezónne cykly. Ako je vidieť, koncentrácia v týchto miestach sa každoročne postupne zvyšuje.



Obrázok 7: Trend v raste koncentrácie CO₂ nameraný na Havaji [8]

Hlavným zdrojom vzniku oxidu uhličitého v miestnosti je pobyt človeka. Dospelý človek bez akýchkoľvek zdravotných ťažkostí vyprodukuje približne 200 ml oxidu uhličitého za minútu. Toto však platí len pri kľudnom režime. Pri zvyšovaní fyzickej aktivity dochádza aj k zvýšeniu počtu nádychov a výdychov, a tým sa aj zvýši množstvo vydychovaného CO₂.

Zvýšené množstvo oxidu uhličitého v budovách je priamo závislé od počtu obyvateľov, od charakteru vetrania, množstva vymeneného vzduchu a od množstva oxidu uhličitého v okolitom prostredí. V prípade kontinuálne obsadenej miestnosti a nesprávnom vetraní, môže v miestnosti dochádzať k akumulácii CO₂.

2.8.1 Koncentrácia oxidu uhličitého v miestnosti

Hodnoty prípustnej a limitnej koncentrácie oxidu uhličitého v dnešnej dobe sú stanovené vo veľkom množstve hygienických predpisov, vyhláškach či nariadeniach vlády, no v každom sa od seba viac či menej líšia. Ako prvý určil maximálnu prípustnú koncentráciu v miestnosti nemecký lekár Max von Pettenkofer. Ten stanovil ako maximálnu koncentráciu priestoru, ktorý je obývaný ľuďmi na 0,1 % objemu, čo predstavuje 1 000 ppm. Následne z tohto vypočítal minimálne množstvo privádzaného vzduchu na jednu osobu, a to 25 m³/h. Táto hodnota sa ešte aj v dnešnej dobe využíva vo väčšine krajín ako štandardná dávka vzduchu na osobu. [18]

2.8.2 Vplyv oxidu uhličitého na telo človeka

Oxid uhličitý je bezfarebný plyn, ktorý nemá žiadny zápach, preto nevieme posúdiť koncentráciu našimi zmyslami. Najviac sa s ním môžeme stretávať pri zariadeniach

s častejším pohybom ľudí, ako sú školy, kancelárie a zdravotnícke zariadenia, kde je dopad CO₂ jednoznačne preukázateľný.

Zvýšená koncentrácia neprináša so sebou závažnejšie zdravotné riziká, ale človek má pocit, že vzduch v miestnosti je ťažký, má problém udržiavať koncentráciu, prichádza naňho únava, ospalosť a neschopnosť akejkolvek fyzickej alebo psychickej námahy.

[7]

Koncentrácia CO ₂ [ppm]	Účinok na ľudský organizmus
cca 350 ppm	úroveň vonkajšieho prostredia (podľa znečistenia)
do 1 000 ppm	doporučená úroveň CO ₂ vo vnútorných priestoroch, dobrý pocit pre človeka
1 200 – 1 500 ppm	doporučená maximálna úroveň CO ₂ vo vnútorných priestoroch
1 000 – 2 000 ppm	pocit ospalosti a únavy
2 000 – 5 000 ppm	znížená koncentrácia na činnosť, bolesti hlavy
5 000 ppm	maximálna bezpečná koncentrácia bez zdravotných rizík
> 5 000 ppm	nevoľnosť a zvýšený tep srdca
> 15 000 ppm	ťažkosti pri dýchaní
> 30 000 ppm	závraty, bolesť hlavy, strata vedomia

Tabuľka 4: Vplyv zvýšenej koncentrácie oxidu uhličitého na ľudský organizmus [7]

2.9 SVETELNÁ MIKROKLÍMA

Je to zložka prostredia, ktorú tvorí vnímanie geometrie priestoru, druhy a počet zdrojov svetla, farebnosť a kontrast priestoru. Správne zvolené farby a ich vnímanie v obývanom priestore vyvoláva v človekovi určité pocity tepla alebo chladu, čím upravuje pocity, ktoré vytvára vnímanie tepelno-vlhkostnej mikroklímy. Teplé farby pôsobia na človeka pozitívne, zvyšujú jeho energiu a podnecujú ho k práci. Medzi tieto farby patrí napríklad červená a žltá. Naopak studené farby pôsobia na človeka skôr pasívne, podporujú človeka k vyššej duševnej sústredenosti a dlhšej pracovnej výkonnosti. V roku 1977 sa zistilo, že teplé farby majú až o 0,4 °C posunutú tepelnú pohodu oproti studeným farbám. Farby v priestore majú veľký vplyv aj na jeho vnímanie človekom, keď môžeme priestory pomocou farieb opticky zväčšiť či zmenšiť.

[5]

2.10 AKUSTICKÁ MIKROKLÍMA

Je to zložka prostredia, ktorá je tvorená zvukovými vlnami s rôznymi vlnovými dĺžkami, amplitúdami a frekvenciami. Zvuky, ktoré akýmkoľvek spôsobom obťažujú človeka, nepriaznivo naňho vplývajú, rušia ho v kľude, či obťažujú pri práci, sa nazývajú hluk. Keď je človek vystavený takýmto zvukom, ktoré prekračujú určité povolené hodnoty, pôsobia nepriaznivo na zdravie človeka, znižujú jeho sústredenie a výkony a negatívne vplývajú na jeho celkovú pohodu. Zvuk sa do vnútorného prostredia môže dostávať

z exteriéru alebo vzniká priamo v interiéri. Príčinou vzniku je rozkmitanie molekúl vzduchu za pôsobenia nejakého zdroja zvuku. Vo vnútornom prostredí je najčastejším zdrojom človek, ktorý vytvára zvuk pri svojej činnosti (pozeranie televízie, počúvanie hudby atď.). Ďalším zdrojom zvukov v interiéri je prevádzka určitých zariadení (ventilátory, čerpadlá, kompresory), prípadne prúdenie vzduchu s vysokou rýchlosťou a náhlou zmenou jeho rýchlosti. [5]

2.11 SYNDRÓM CHORÝCH BUDOV (SBS)

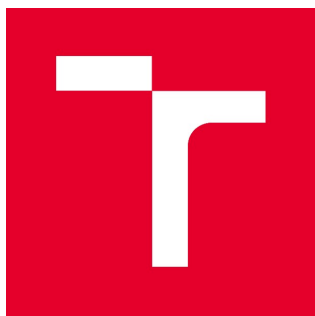
Syndróm chorých budov (Sick Building Syndrom) je pojem, ktorý sa spája so zdravotnými problémami určitej skupiny ľudí, ktorí pracujú alebo žijú v jednej budove. Pociťujú príznaky choroby, necítia sa dobre, ale nemajú na to žiadnu zjavnú príčinu. Nejde o závažné príznaky choroby, ale majú dopad na ich pohodu a často aj na pracovnú výkonnosť. Po opustení budovy sa tieto príznaky častokrát strácajú. Najčastejšími problémami spájanými s SBS sú:

- respiračné prejavy (podráždená nosná sliznica, nádcha, kašeľ, zhoršenie alergických problémov),
- očné prejavy (podráždenie spojiviek, pocit suchých očí),
- kožné prejavy (podráždenie kože, začervenanie kože, zhoršenie alergických reakcií),
- nešpecifikované prejavy (znížená sústredenosť, bolesti hlavy, poruchy spánku, únava).

Doterajšie výskumy ukázali, že tieto problémy sú spojené so samotnou budovou. Doteraz nie je presne určená príčina, ale štúdie dokazujú, že na vzniku SBS sa podieľajú ako vlastnosti budovy, tak aj vnútorného prostredia. Najčastejšími spoločnými znakmi pri pocitoch SBS sú:

- nemožnosť otváranie okien,
- nedostatočná výmena vzduchu,
- blikajúce osvetlenie,
- zlá údržba budovy a nedostatočné upratovanie,
- množstvo monitorov a kopírokov,
- nevhodne nastavená klimatizácia,
- nízka vlhkosť vzduchu.

Tieto príčiny nie sú podmienkou v každej budove, nemusia sa tam vyskytovať všetky. Nie je ani pravidlom, že ak sa v budove tieto spoločné znaky nachádzajú, musí dochádzať k SBS. [6,20]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČASŤ B – EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

POBYTOVÉ MIESTNOSTI A KVALITA VZDUCHU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Valkovič

VEDÚCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

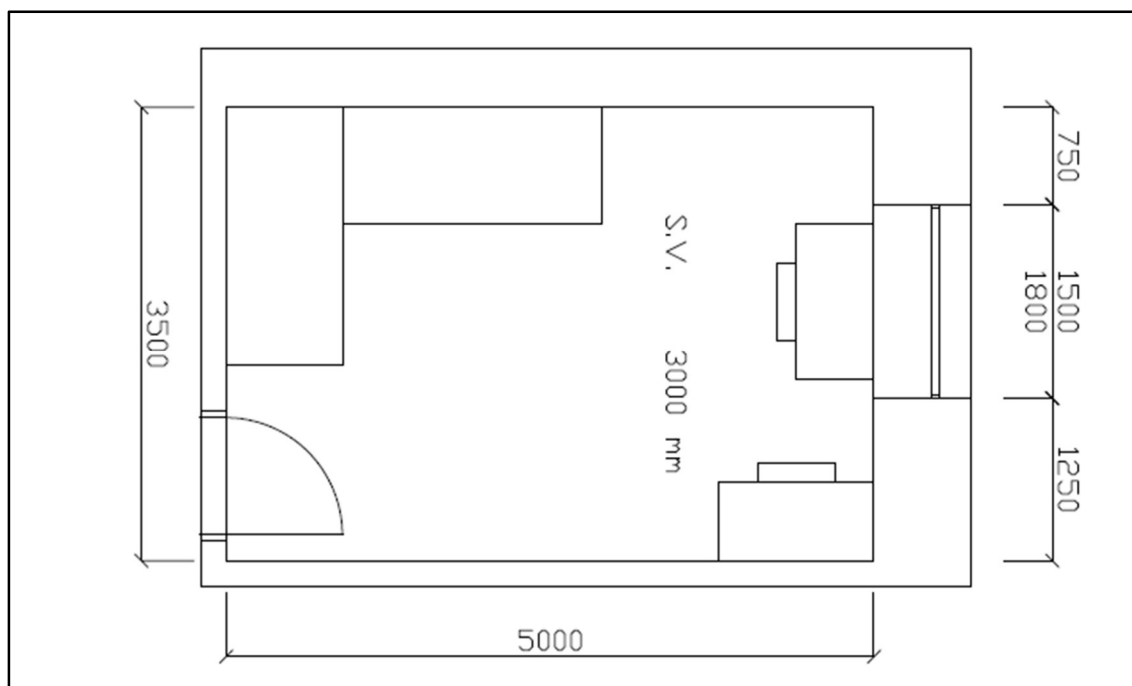
BRNO 2018

3 VÝSLEDKY MERANIA V MIESTNOSTI

3.1 ÚVOD

Experimentálna časť sa zaoberá meraním koncentrácie oxidu uhličitého CO₂. Experiment prebiehal v pobytovej miestnosti, ktorá je súčasťou trojizbového bytu. Pôdorysné rozmery miestnosti sú 5 x 3,5 m, svetlá výška je 3 m. V miestnosti sa nachádza jedno plastové okno s dvomi otvárateľnými krídlami a dvomi výklopnými nadsvetlíkmi. Okno je vyplnené izolačným dvojsklom Thermobel s plastovokovovým TGI dištančným rámi-
kom a výplňou z argónu. Celkový rozmer okna je 1,43 x 1,77 m. Pre vstup do miestnosti slúžia drevené presklené interiérové dvere s prahom s rozmermi 0,9 x 2,0 m. Miestnosť je štandardne určená pre trvalý pobyt dvoch osôb. Meranie jednotlivých dní sa dá rozdeliť na dve časti. Od 7:00 do približne 17:00 sa v izbe nenachádzali osoby. Po 17:00 sa do miestnosti vracali osoby, do približne 01:00 sa v miestnosti nachádzal zvýšený počet osôb, ktoré boli fyzicky aktívne a dochádzalo k väčšej produkcii CO₂. Minimálne sa v miestnosti nachádzali 3 osoby a maximálne 7 osôb. Od 01:00 už v miestnosti nedochádzalo k fyzickej aktivite, prítomné boli 2 osoby v kľude.

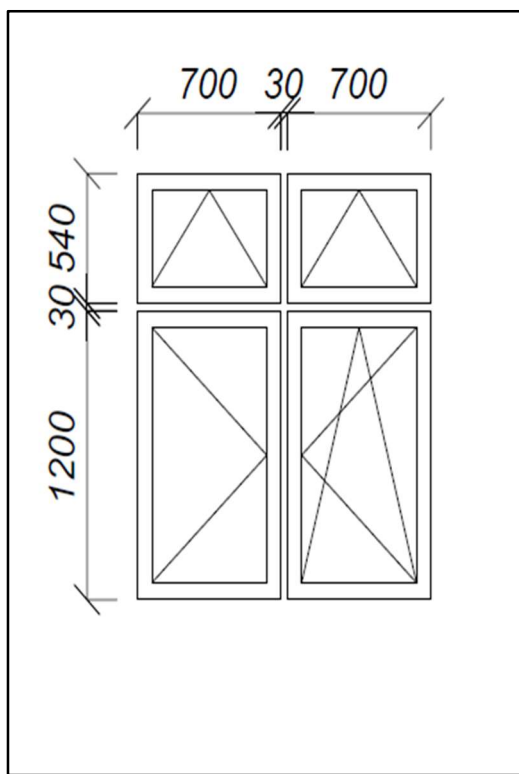
Objem miestnosti = 52,5 m³



Obrázok 8: Pôdorys pobytovej miestnosti



Obrázok 9: Posudzovaná miestnosť



Obrázok 10: Okno v posudzovanej miestnosti

3.2 PRINCÍP MERANIA

Meranie koncentrácie prebiehalo počas 9 dní od 7.3.2017 do 15.3.2017 v Brne, mestskej časti Zábrdovice, na ulici Špitálka 605. V miestnosti kde prebiehalo meranie dochádzalo k vetraniu iba infiltráciou, k vetraniu oknom dochádzalo nepravidelne a nárazovo na krátky čas. Spôsob tohto vetrania bol zvolený z dôvodu simulovania neotvárateľných okien, na ktoré sa bude táto diplomová práca ďalej zameriavať.

Na meranie koncentrácie bol zvolený prístroj Comet Multilogger m1440. Prístroj je určený pre meranie a záznam fyzikálnych a elektrických veličín. Obsahuje 3 hardvérové vstupy a externú sondu pre meranie koncentrácie CO₂.

Technické špecifikácie:

- rozmery – 178 x 95 x 37 mm (š x v x h), bez pripojených sond,
- prevádzkové podmienky – teploty: -10 až +60 °C,
- prevádzkové podmienky – vlhkosť: 5 % až 85 % relatívnej vlhkosti, bez kondenzácie,
- interval záznamu – 1 s až 24 hodín,
- podporované jednotky teploty – °C a °F,
- prepočítavané veličiny – rosný bod, absolútna vlhkosť, špecifická vlhkosť, zmiešavací pomer, špecifická entalpia,
- kapacita pamäte – 1 000 000 hodnôt pri necyklickom zázname, 600 000 hodnôt pri cyklickom zázname,
- externá sonda CO₂:
 - rozsah – 0 až 10 000 ppm,
 - presnosť – ± 100 ppm (pri 23 °C a 1 013 hPa).

[22]



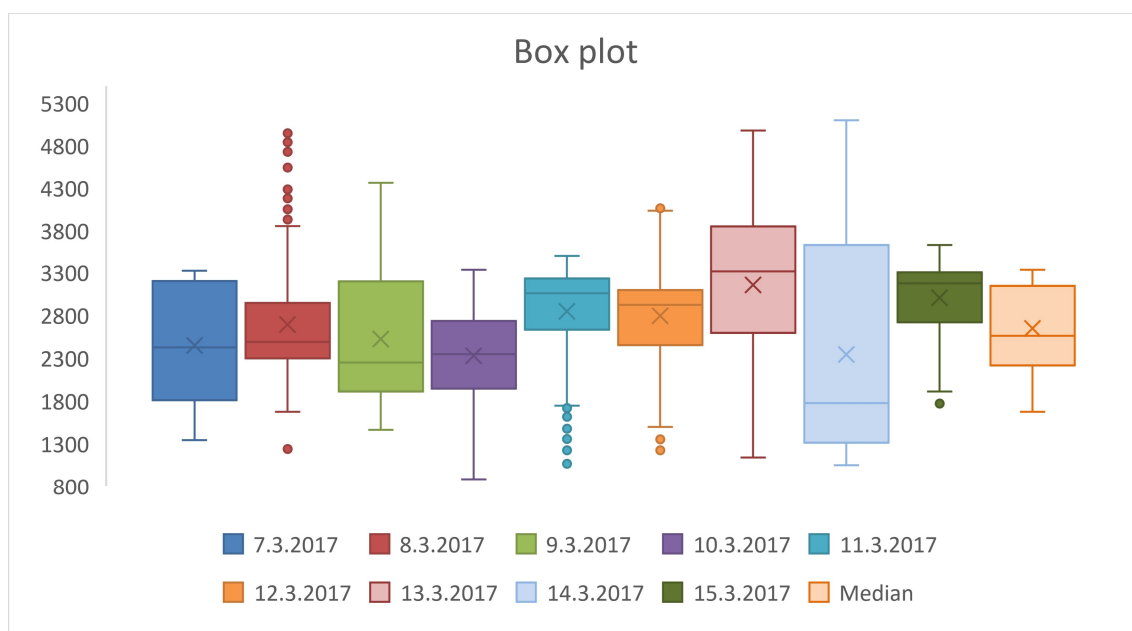
Obrázok 11: Merací prístroj Comet Multilogger m1440

Technical floor plan of a room with the following dimensions and layout:

- Overall Dimensions:** 5000 mm (width) x 3500 mm (depth).
- Room Features:**
 - Door on the left wall, opening into a hallway.
 - Window on the right wall, divided into three sections with widths of 750 mm, 1500 mm, and 1250 mm.
 - Stove (S.V.) located on the right wall, with a width of 3000 mm.
 - Red circle indicating the location of a device, positioned 900 mm from the floor.
- Furniture Layout:**
 - Refrigerator (chladnička) on the left wall.
 - Stove (S.V.) on the right wall.
 - Sink (umývadlo) on the right wall, adjacent to the stove.
 - Table (stôla) in the center of the room.
 - Chair (stolička) on the right side of the room.
 - Bed (posteľ) on the right side of the room, adjacent to the window.

3.3 VÝSLEDKY MERANIA

35

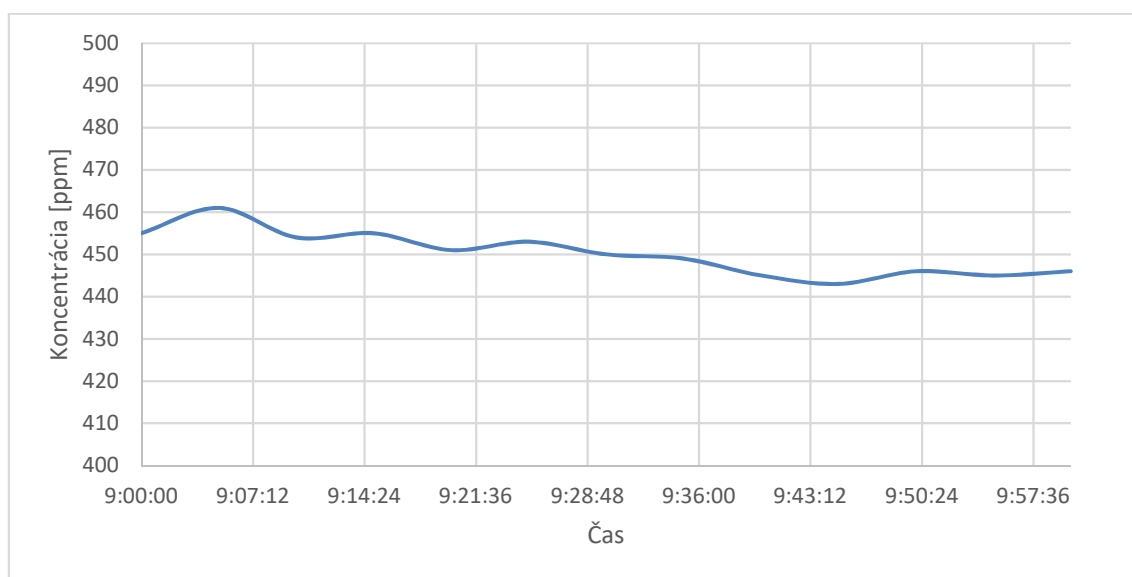


Graf 3: Box ploty koncentrácie CO₂

V nadväznosti na meranie koncentrácie v interiéri prebehlo následne meranie koncentrácie v exteriéri. Doba merania bola jedna hodina a na rovnakej adrese ako prebiehalo meranie v interiéri. Meracia sonda bola umiestnená vo výške približne 2 m.

	Koncentrácia CO ₂ [ppm]
Minimum	443
Maximum	461
Priemer	450

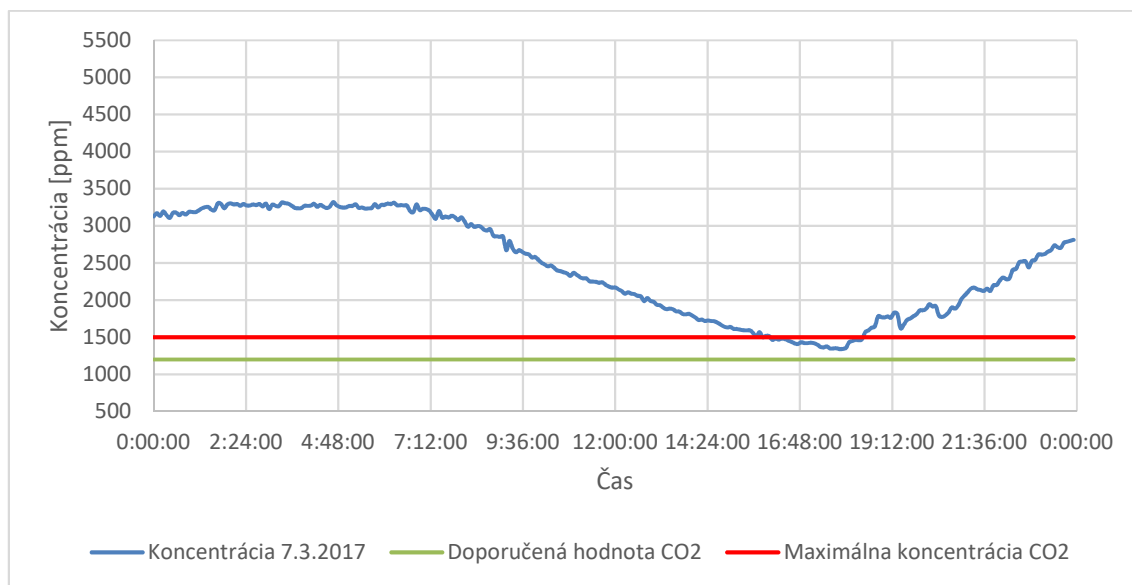
Tabuľka 5: Koncentrácia CO₂ v exteriéri



Graf 4: Priebeh koncentrácie CO₂ v exteriéri

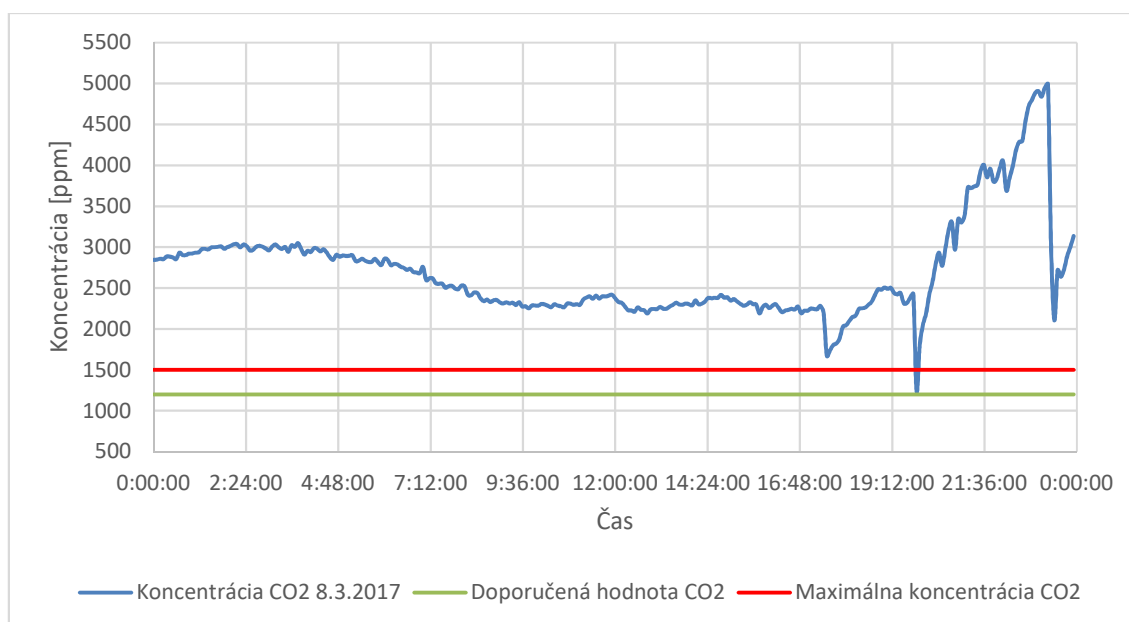
	Koncentrácia CO ₂ [ppm]
Exteriér	450
Doporučená v interiéri	1 200
Maximálna v interiéri	1 500

Tabuľka 6: Vstupné hodnoty koncentrácie CO₂



Graf 5: Koncentrácia CO₂ 7.3.2017

V grafe 5 je zobrazený priebeh nameranej koncentrácie počas dňa 7.3.2017. Červenou farbou je zobrazená maximálna prípustná koncentrácia v miestnosti a zelenou farbou je označená doporučená koncentrácia, ktorá by nemala byť prekročená. Od 00:00 do približne 07:00 je izba obsadená dvomi osobami, ktoré nie sú fyzicky aktívne. Vstup do miestnosti ako aj okno bolo v tomto čase zatvorené. V tejto dobe sa hladina koncentrácie nijako výrazne nemení. Pohybuje sa približne na rovnakých hodnotách, pričom maximálna nameraná koncentrácia bola 3 321 ppm a najnižšia 3 077 ppm. Ku významnému zníženiu koncentrácie dochádza, keď osoby opustia miestnosť, čo bolo po 07:00. V miestnosti sa nikto nenachádza a koncentrácia sa postupne znižuje až na 1 409 ppm. V miestnosti bolo stále uzavreté okno. K zníženiu koncentrácie došlo infiltráciou cez netesnosti v okne. Ako je z grafu vidieť, toto je jediný krát počas dňa, kedy bola dosiahnutá koncentrácia nižšia ako 1 500 ppm. Po 17:00 začne koncentrácia CO₂ opäť stúpať, keď do miestnosti prichádzajú osoby. Rast koncentrácie v miestnosti je postupný a nepravidelný, no svojim priebehom pripomína teoretický priebeh koncentrácie s ustáleným množstvom produkcie škodlivín.



Graf 6: Koncentrácia CO₂ 8.3.2017

V grafe 6 je zobrazený priebeh počas dňa 8.3. 2017. Priebeh koncentrácie má podobný trend ako v predošlý deň. K rozdielu dochádza až po cca 17:00, kedy je zaznamenané výraznejšie zníženie koncentrácie, čo bolo následkom vetrania otvoreným oknom. Koncentrácia sa v priebehu 10 minút znížila o približne 800 ppm. Ďalej je zrejmé, že v miestnosti dochádzalo k výrazne vyššiemu nárastu koncentrácie ako v predošlý deň. Toto bolo spôsobené tým, že v miestnosti sa nachádzalo 7 osôb, ktoré neboli v klude a dochádzalo k vyššej produkcii CO₂ oproti iným dňom. Tento vysoký počet osôb je aj dôvodom, prečo muselo byť v priebehu večera opätovne dvakrát vyvetrané. Najvýraznejšie to je vidieť približne o 23:20, kedy pri otvorení okna a intenzívnom vetraní klesla koncentrácia v miestnosti o takmer 3 000 ppm. Koncentrácia výrazne presiahla doporučené hodnoty a k maximum bolo takmer 5 000 ppm.

Grafy meraní z jednotlivých dní sú uvedené v prílohe P1.

Počas meraní jednotlivých dní koncentrácia dosahovala niekoľko násobne vyššie hodnoty ako sú doporučené pre obytné miestnosti. Pokles koncentrácie bol dosiahnutý nárazovým vyvetraním miestnosti. Pri obsadení 3 osobami a bežnej aktivite sa koncentrácia pohybovala v rozmedzí 3 000 – 3 500 ppm, pričom počas dňa keď sa nikto v miestnosti nenachádzal sa postupne znižovala. V podvečer počas zvýšenej fyzickej aktivity, prípadne pri väčšom počte ľudí v miestnosti dochádzalo k rýchlemu vzostupu koncentrácie. Najvyššia hodnota koncentrácie 5 096 ppm bola nameraná 14.3.2017. Je teda jednoznačne jasné, že koncentrácia CO₂ v miestnosti priamo závisí na počte osôb v uzavretej miestnosti, pričom produkcia každej osoby je rozdielna a závislá od činnosti, ktorú jednotlivá osoba vykonáva. Z jednotlivých grafov je jasné, kedy v miestnosti neboli žiadne osoby. Koncentrácia v tom čase vplyvom infiltrácie postupne klesala. Naopak je aj vidieť,

kedy bola miestnosť obsadená vyšším počtom osôb a kedy bolo na vetranie využívané otvorené či vyklopené okno.

3.4 VÝPOČET PRIETOKU VZDUCHU INFILTRÁCIOU

Množstvo privádzaného vzduchu infiltráciou bolo stanovené dvomi metódami. Prvou metódou bol výpočet na základe špárovej prievzdušnosti, ktorá je daná od výrobcu okna (výrobca okna uvádza $0,094 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$), nameraných teplôt v interiéri a exteriéri a rýchlosti vetra.

Konštrukcia		Súčiniteľ špárovej prievzdušnosti $i_{LV} [\text{m}^2/(\text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67})]$
Nové okná a dvere	Trieda 1 Menej tesné vonkajšie dvere do zádveria	$0,86 - 1,59 \cdot 10^{-4}$
	Trieda 2 Okná s jednostupňovým tesnením vo funkčnej špáre, vonkajšie vstupné dvere	$0,28 - 0,86 \cdot 10^{-4}$
	Trieda 3 okná s dvoj a viacstupňovým tesnením vo funkčnej špáre	$0,10 - 0,28 \cdot 10^{-4}$
	Trieda 4 Okná s dvoj a viacstupňovým tesnením vo funkčnej špáre	$0,00 - 0,10 \cdot 10^{-4}$

Tabuľka 7: Rozdelenie otvorov podľa ČSN EN 12207 [23]

$$V = i_{LV} \cdot L \cdot \Delta p$$

V – prietok vzduchu infiltráciou [m^3/s]

i_{LV} – súčiniteľ špárovej prievzdušnosti [$\text{m}^2/\text{s} \cdot \text{Pa}^{0,67}$] $i_{LV} = 0,094 \cdot 10^{-4}$

Δp – rozdiel tlaku vzduchu vyvolaný rozdielom teplôt a pôsobením vetru

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_w = h \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g + 0,5 \cdot A \cdot w \cdot \rho_e$$

ρ_e, ρ_i – hustota vonkajšieho a vnútorného vzduchu [kg/m^3]

h – prevýšenie otvorov [m]

w – rýchlosť vetra [m/s]

A – tlakový súčiniteľ vetru

Čas	t_e	t_i	w	ρ_e	ρ_i	Δp_t	Δp_w	Δp	V_p	Intenzita vetrania
	[°C]	[°C]	[m/s]	[kg/m ³]	[kg/m ³]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[m ³ /h]	[1/h]
8:00	3,6	24,9	1,69	1,259	1,169	1,55	1,08	2,64	0,81	0,02
9:00	5,2	23,9	3,00	1,252	1,173	1,36	3,38	4,74	1,21	0,02
10:00	6,9	22,7	3,50	1,245	1,178	1,15	4,57	5,72	1,37	0,03
11:00	7,6	21,9	3,50	1,241	1,181	1,04	4,56	5,60	1,35	0,03
12:00	7,4	21,4	3,00	1,242	1,183	1,02	3,35	4,37	1,14	0,02
13:00	7,5	21,0	3,00	1,242	1,185	0,98	3,35	4,34	1,14	0,02
14:00	8,5	20,7	4,00	1,238	1,186	0,89	5,94	6,83	1,54	0,03
15:00	8,4	20,3	3,00	1,238	1,188	0,87	3,34	4,21	1,11	0,02
16:00	7,8	20,1	3,67	1,241	1,189	0,90	5,00	5,90	1,40	0,03
17:00	6,3	20,0	4,00	1,247	1,189	1,01	5,99	6,99	1,56	0,03

Tabuľka 8: Výpočet množstva privádzaného vzduchu infiltráciou

Druhá metóda bola vypočítaná na základe poklesu reálne nameraných hodnôt koncentrácie CO₂ v miestnosti keď sa v miestnosti nenachádzali žiadne osoby.

$$k_2 = k_1 + (k_0 - k_1) \cdot e^{-\frac{V \cdot \tau}{O}}$$

k_1 – koncentrácia vo vonkajšom prostredí [g/m³]

k_0, k_2 – koncentrácia vo vnútornom prostredí (na začiatku a na konci časového úseku) [g/m³]

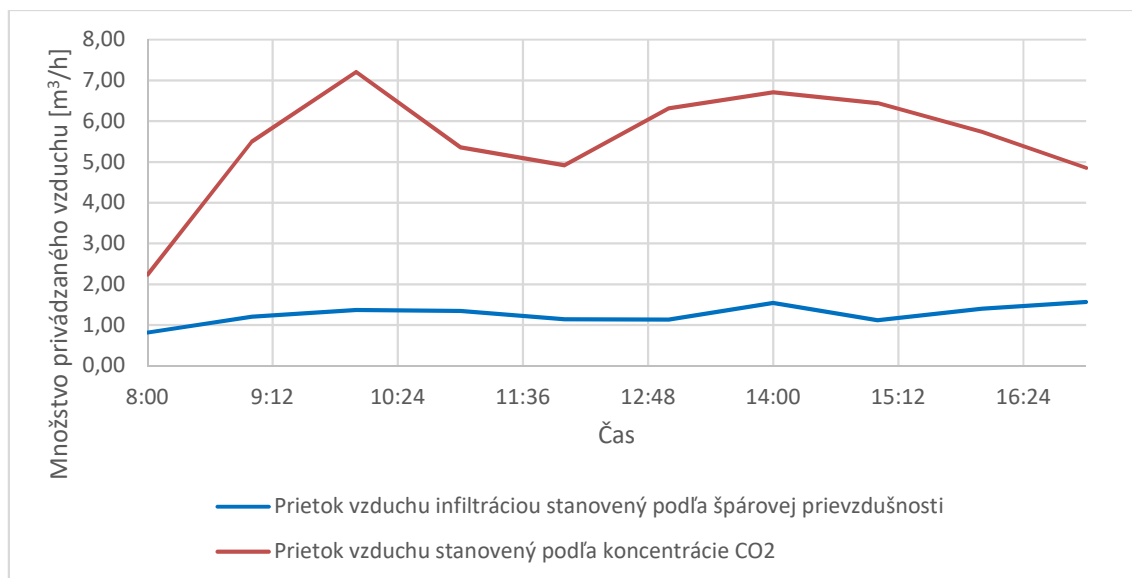
V – prietok vzduchu [m³/s]

O – objem priestoru [m³]

τ – časový krok [s]

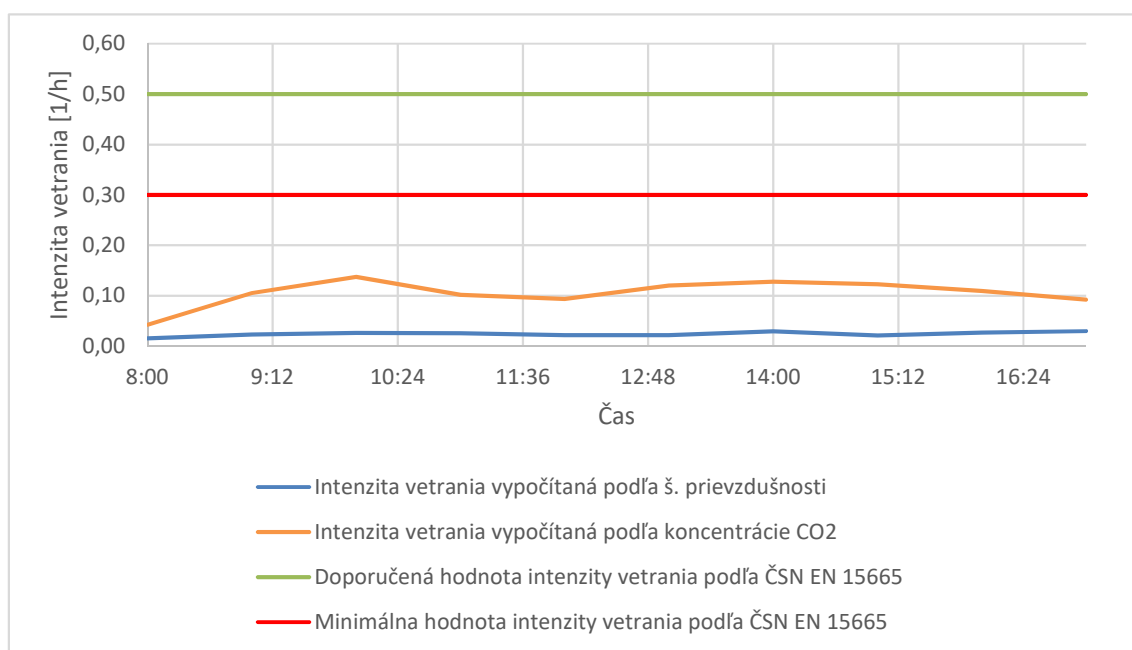
Čas	Nameraná koncentrácia CO ₂	V_p	Intenzita vetrania
	[ppm]	[m ³ /h]	[1/h]
8:00	3 116	2,24	0,04
9:00	2 851	5,50	0,10
10:00	2 543	7,21	0,14
11:00	2 340	5,36	0,10
12:00	2 171	4,92	0,09
13:00	1 976	6,31	0,12
14:00	1 793	6,71	0,13
15:00	1 638	6,44	0,12
16:00	1 515	5,74	0,11
17:00	1 421	4,85	0,09

Tabuľka 9: Množstvo privádzaného vzduchu infiltráciou podľa poklesu koncentrácie CO₂



Graf 7: Porovnanie výsledkov množstva privádzaného vzduchu infiltráciou

Z grafu 7 vychádza, že do miestnosti by podľa výrobcu teoreticky malo cez špáry v okne prichádzať len priemerne 1,2 m³/h čerstvého vzduchu v závislosti od rýchlosti vetra a rozdielu teplôt v interiéri a exteriéri. Z nameraných koncentrácií v priestore však vychádza, že do miestnosti cez špáry prichádza približne 5,5 m³/h. Rozdiel v týchto hodnotách môže byť zapríčinený odchýlkou meracieho prístroja, infiltráciou cez vstupné dvere do miestnosti či nepravdivým uvedením súčiniteľa špárovej prievzdušnosti. Ďalším možným zdrojom odchýlky je využitie exteriérových teplôt a rýchlostí vetra, ktoré boli merané na meteorologickej stanici umiestnenej v Brne na Kravej hore a meranie koncentrácie prebiehalo v mestskej časti Zábrdovice.



Graf 8: Intenzita vetrania infiltráciou

V grafe 8 je znázornená intenzita vetrania miestnosti infiltráciou. Pre pobytovú miestnosť je podľa ČSN EN 15665 intenzita vetrania stanovená na doporučenú hodnotu 0,5/h, minimálne však 0,3/h. Táto norma ďalej udáva, že pre pobytové miestnosti je nutné zaistiť prívod minimálne 15 m³/h čerstvého vonkajšieho vzduchu na jednu osobu s metabolickou produkciou tepla do 80 W/m² a kľudnej fyzickej aktivite. Pri vyššej fyzickej aktivite s metabolickou produkciou tepla nad 80 W/m² odporúča najmenej 25 m³/h privádzaného čerstvého vzduchu na jednu osobu. Intenzita vetrania však v tejto miestnosti dosahuje len približne tretinu minimálnej hodnoty, čo nie je v žiadnom prípade dostačujúce.

Požiadavka	Trvalé vetranie (prietok vonkajšieho vzduchu)		Nárazové vetranie (prietok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita vetrania [1/h]	Dávka vonkajšieho vzduchu na osobu [m ³ /(h · os)]	Kuchyňa [m ³ /h]	Kúpeľňa [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimálna hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tabuľka 10: Požiadavky na vetranie podľa ČSN EN 15665/Z1 [24]

Trieda kvality vnútorného vzduchu	Doporučený minimálny prietok vonkajšieho vzduchu [m ³ /(h·s)]	
	Nefajčiarske priestory	Fajčiarske priestory
IDA 1 – vysoká kvalita	> 54	> 108
IDA 2 – stredná kvalita	36 – 54	72 – 108
IDA 3 – stredne nízka kvalita	22 – 36	43 – 72
IDA 4 – nízka kvalita	< 22	< 43

Tabuľka 11: Základné požiadavky na vetracie a klimatizačné systémy podľa ČSN EN 13779 [25]

3.5 STANOVENIE MNOŽSTVA PRIVÁDZANÉHO VZDUCHU

Vetranie miestnosti, v ktorej prebiehalo meranie nebolo dostačujúce a bolo počítané s návrhom systému núteného vetrania. Pre stanovenie potrebného množstva privádzaného vzduchu do pobytovej miestnosti boli zo všetkých nameraných hodnôt spočítané stredné hodnoty pre jednotlivé časové intervaly. Z tých bol následne spočítaný hmotnostný tok oxidu uhličitého, ktorý sa v jednotlivých časových úsekoch produkoval. Celý časový interval bol rozdelený na dve časti. Od 22:00 – 7:00, keď v miestnosti nedochádza k fyzickým aktivitám a osoby sú v kľude. Druhý časový úsek je od 7:00 do 22:00 kedy môže byť zvýšená produkcia CO₂ v miestnosti.

Produkcia škodlivín od 7:00 do 22:00				
Čas	Stredná hodnota koncentrácie	Stredná hodnota koncentrácie	Δk	Δm
	[ppm]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/(s · os)]
19:30:00	2 136	3,845	-0,018	-0,0010
19:35:00	2 179	3,922	0,077	0,0045
19:40:00	2 221	3,998	0,076	0,0044
19:45:00	2 266	4,079	0,081	0,0047
19:50:00	2 054	3,697	-0,382	-0,0223
19:55:00	2 020	3,636	-0,061	-0,0036
20:00:00	2 049	3,688	0,052	0,0030
20:05:00	2 172	3,91	0,222	0,0130
20:10:00	2 214	3,985	0,075	0,0044
20:15:00	2 291	4,124	0,139	0,0081
20:20:00	2 440	4,392	0,268	0,0156
20:25:00	2 445	4,401	0,009	0,0005
20:30:00	2 546	4,583	0,182	0,0106
20:35:00	2 571	4,628	0,045	0,0026
20:40:00	2 628	4,73	0,102	0,0060
20:45:00	2 668	4,802	0,072	0,0042
20:50:00	2 650	4,77	-0,032	-0,0019
20:55:00	2 695	4,851	0,081	0,0047
21:00:00	2 668	4,802	-0,049	-0,0029
21:05:00	2 649	4,768	-0,034	-0,0020
21:10:00	2 622	4,72	-0,048	-0,0028
21:15:00	2 632	4,738	0,018	0,0011
21:20:00	2 561	4,61	-0,128	-0,0075
21:25:00	2 556	4,601	-0,009	-0,0005
21:30:00	2 533	4,559	-0,042	-0,0024
21:35:00	2 511	4,52	-0,039	-0,0023
21:40:00	2 507	4,513	-0,007	-0,0004
21:45:00	2 501	4,502	-0,011	-0,0006
21:50:00	2 476	4,457	-0,045	-0,0026
21:55:00	2 434	4,381	-0,076	-0,0044
22:00:00	2 466	4,439	0,058	0,0034

Tabuľka 12: Maximálna produkcia škodlivín 7:00 do 22:00

Produkcia škodlivín od 22:00 do 7:00				
Čas	Stredná hodnota koncentrácie	Stredná hodnota koncentrácie	Δk	Δm
	[ppm]	[g/m ³]	[g/m ³]	[g/(s · os)]
0:00:00	2 844	5,119		
0:05:00	2 846	5,123	0,004	0,0002
0:10:00	2 859	5,146	0,023	0,0013
0:15:00	2 860	5,148	0,002	0,0001
0:20:00	2 908	5,234	0,086	0,0050
0:25:00	2 887	5,197	-0,037	-0,0022
0:30:00	2 898	5,216	0,019	0,0011
0:35:00	2 951	5,312	0,096	0,0056
0:40:00	2 936	5,285	-0,027	-0,0016
0:45:00	2 903	5,225	-0,060	-0,0035
0:50:00	2 903	5,225	0,000	0,0000
0:55:00	2 945	5,301	0,076	0,0044
1:00:00	2 957	5,323	0,022	0,0013
1:05:00	2 981	5,366	0,043	0,0025
1:10:00	2 954	5,317	-0,049	-0,0029
1:15:00	2 975	5,355	0,038	0,0022
1:20:00	2 979	5,362	0,007	0,0004
1:25:00	3 016	5,429	0,067	0,0039
1:30:00	3 023	5,441	0,012	0,0007
1:35:00	3 022	5,44	-0,001	-0,0001
1:40:00	3 056	5,501	0,061	0,0036
1:45:00	3 073	5,531	0,030	0,0017
1:50:00	3 064	5,515	-0,016	-0,0009
1:55:00	3 150	5,67	0,155	0,0090
2:00:00	3 109	5,596	-0,074	-0,0043
2:05:00	3 161	5,69	0,094	0,0055
2:10:00	3 107	5,593	-0,097	-0,0057
2:15:00	3 100	5,58	-0,013	-0,0008

Tabuľka 13: Maximálna produkcia škodlivín od 22:00 do 7:00

V tabuľke 12 a 13 je zobrazené maximálne množstvo škodlivín produkované v jednotlivých časových úsekoch jednotlivo pre obdobie od 7:00 do 22:00 a pre obdobie od 22:00 do 7:00. Počas dňa bolo množstvo produkovaného CO₂ stanovené na 0,0156 g/s na jednu osobu, počas noci keď sú osoby v kľude bolo množstvo produkovaného CO₂ stanovené na 0,009 g/s na jednu osobu.

Na základe všeobecnej rovnice pre výpočet koncentrácie boli následne navrhnuté prietoky vzduchu pre jednotlivé časové úseky.

$$k_2 = k_1 + (k_0 - k_1) \cdot e^{-\frac{V \cdot \tau}{O}} + \frac{\Delta m}{V} (1 - e^{-\frac{V \cdot \tau}{O}})$$

k_1 – koncentrácia vo vonkajšom prostredí [g/m³]

k_0, k_2 – koncentrácia vo vnútornom prostredí (na začiatku a na konci časového úseku) [g/m³]

V – prietok vzduchu [m³/s]

O – objem priestoru [m³]

m – zdroj škodliviny [g/s]

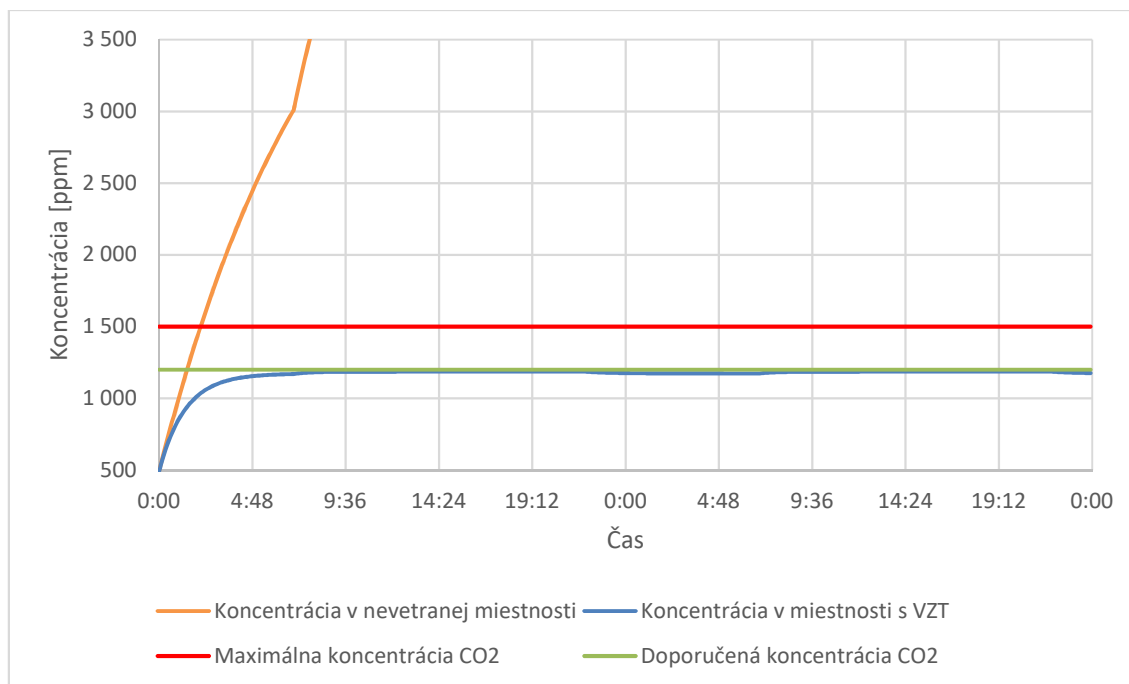
τ – časový krok [s]

Vstupné hodnoty	Množstvo	Jednotky
Molárna hmotnosť CO ₂	44,0095	g/mol
Hustota CO ₂	1 870	g/m ³
Koncentrácia CO ₂ vo vonkajšom priestore	450	ppm
Maximálna koncentrácia CO ₂	1 500	ppm
Doporučená koncentrácia CO ₂	1 200	ppm
Objem navrhovanej miestnosti	67,08	m ³
Množstvo produkcie CO ₂		
7:00 - 22:00	0,0156	g/(s · os)
22:00 - 7:00	0,0090	g/(s · os)
Množstvo privádzaného vzduchu		
7:00 - 22:00	42,5	m ³ /(h · os)
22:00 - 7:00	25	m ³ /(h · os)

Tabuľka 14: Vstupné hodnoty použité vo výpočte

Koncentrácia CO ₂ v nevetranej miestnosti				Koncentrácia CO ₂ v miestnosti s VZT		
Čas τ	m	k _i	k _i	V _p	k _i	k _i
[h]	[g/(s · os)]	[g/m ³]	[ppm]	[m ³ /(h · os)]	[g/m ³]	[ppm]
0:00	0,0090	0,890	495	25,0	0,888	494
0:05	0,0090	1,049	583	25,0	1,031	573
0:10	0,0090	1,281	712	25,0	1,215	675
0:15	0,0090	1,580	878	25,0	1,412	785
0:20	0,0090	1,937	1 076	25,0	1,599	888
0:25	0,0090	2,343	1 302	25,0	1,759	977
0:30	0,0090	2,787	1 548	25,0	1,883	1 046
0:35	0,0090	3,258	1 810	25,0	1,973	1 096
0:40	0,0090	3,744	2 080	25,0	2,032	1 129
0:45	0,0090	4,237	2 354	25,0	2,069	1 150
0:50	0,0090	4,724	2 625	25,0	2,090	1 161
0:55	0,0090	5,199	2 889	25,0	2,102	1 168
1:00	0,0090	5,654	3 141	25,0	2,107	1 171
2:00	0,0090	8,626	4 792	25,0	2,112	1 173
3:00	0,0090	8,940	4 967	25,0	2,112	1 173
4:00	0,0090	8,947	4 971	25,0	2,112	1 173
5:00	0,0090	8,947	4 971	25,0	2,112	1 173
6:00	0,0090	8,947	4 971	25,0	2,112	1 173
7:00	0,0156	9,006	5 003	42,5	2,114	1 175
8:00	0,0156	9,667	5 370	42,5	2,129	1 183
9:00	0,0156	10,253	5 696	42,5	2,133	1 185
10:00	0,0156	10,773	5 985	42,5	2,134	1 185
11:00	0,0156	11,235	6 242	42,5	2,134	1 186
12:00	0,0156	11,644	6 469	42,5	2,134	1 186
13:00	0,0156	12,008	6 671	42,5	2,134	1 186
14:00	0,0156	12,331	6 851	42,5	2,134	1 186
15:00	0,0156	12,618	7 010	42,5	2,134	1 186
16:00	0,0156	12,872	7 151	42,5	2,134	1 186
17:00	0,0156	13,098	7 277	42,5	2,134	1 186
18:00	0,0156	13,298	7 388	42,5	2,134	1 186
19:00	0,0156	13,476	7 487	42,5	2,134	1 186
20:00	0,0156	13,634	7 574	42,5	2,134	1 186
21:00	0,0156	13,774	7 652	42,5	2,134	1 186
22:00	0,0090	13,840	7 689	25,0	2,133	1 185
23:00	0,0090	13,290	7 383	25,0	2,122	1 179
0:00	0,0090	12,801	7 112	25,0	2,117	1 176

Tabuľka 15: Výpočet koncentrácie v navrhovanej miestnosti



Graf 9: Koncentrácia CO₂ v pobytovej miestnosti s VZT

Z grafu 9 je zrejmé, že v nevetranej miestnosti pri danom množstve škodlivín, koncentrácia CO₂ presahuje doporučené hodnoty približne za 0,5 hodiny. V tomto prípade sa však do miestnosti dostáva infiltráciou vzduch vo veľmi malom množstve. Po zavedení núteného vetrania s množstvom privádzaného vzduchu 42,5 m³/(h · os), resp. 25 m³/(h · os) po 22. hodine a pri rovnakom množstve škodlivín aké sa produkovalo v miestnosti sa koncentrácia ustáli tesne pod hodnotou 1 200 ppm.

4 APLIKOVANIE TÉMY NA RIEŠENÝ OBJEKT

Cieľom je aplikovať výsledky merania na konkrétny projekt vzduchotechniky. Jedná sa o hotel umiestnený v meste Brno, v mestskej časti Ivanovice. Riešená časť hotela pozostáva z 22 hosťovských izieb, chodby a skladov s technickým zázemím. Výsledky merania sú použité pre návrh vzduchotechnickej jednotky, ktorá obsluhuje hosťovské izby.

Navrhnuté boli dva varianty vetrania. V prvom návrhu bolo počítané s jednotkou, ktorá slúži pre celé podlažie vrátane chodby a technických miestností. Pre každú hosťovskú izbu bol navrhnutý prívod 50 m³/h na osobu. Na základe výsledkov experimentu bol zostavený druhý návrh, v ktorom sa znížili nároky na prívod vzduchu počas dňa na 42,5 m³/h na osobu a na 25 m³/h na osobu počas noci. Do tohto návrhu boli zapracované dve vzduchotechnické jednotky. Prvá rieši prívod vzduchu len pre hosťovské izby a odvod z hygienických miestností, ktoré sú pre každú izbu samostatné. Druhá jednotka privádza vzduch na chodbu a odvádza ho z jednotlivých technických miestností.



Obrázok 13: Variant 1 obsluhovaný jednou jednotkou

Na obrázku 13 je zobrazený variant 1, kde pre celé podlažie je navrhnutá jedna vzduchotechnická jednotka.



Obrázok 14: Variant 2 s rozdelením na dve zariadenia

Na obrázku 14 je zobrazený variant 2, kde je riešená časť objektu rozdelená na jednotlivé zariadenia. Červená čiara znázorňuje oblasť, v ktorej sú využívané jednotlivé vzduchotechnické jednotky.

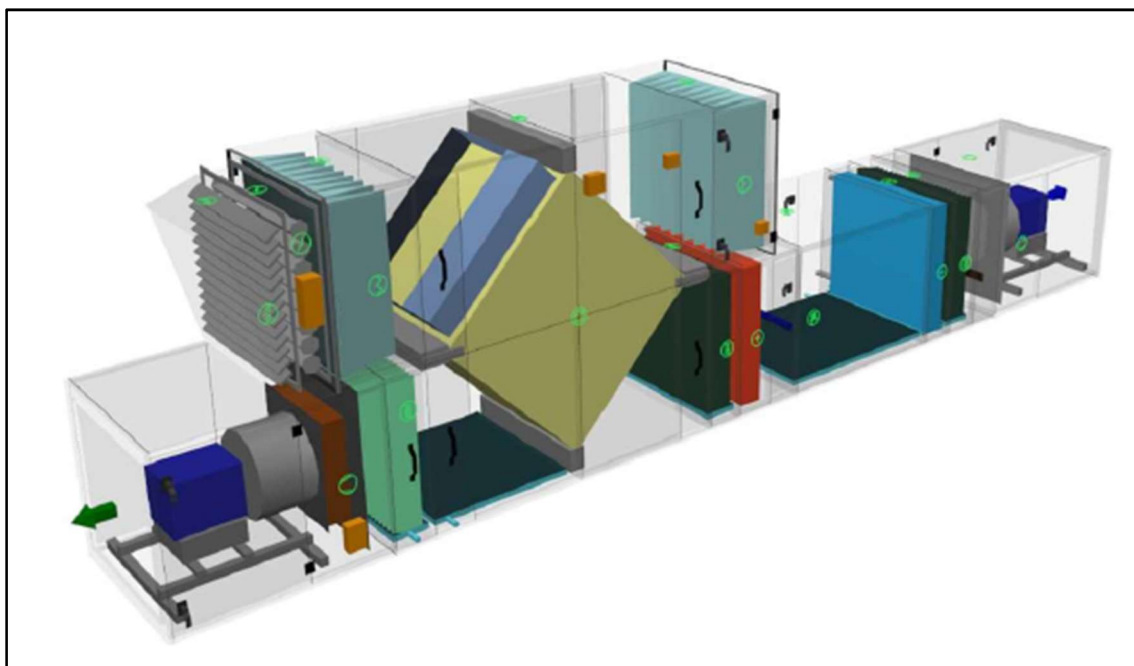
4.1 POROVNANIE JEDNOTIEK JEDNOTLIVÝCH NÁVRHOV

4.1.1 Variant 1

V prvom variante je vetranie pomocou jednej zostavenej vzduchotechnickej jednotky AeroMaster XP13. Jednotka zabezpečuje jednostupňovú filtráciu filtrom M5, spätné získavanie tepla doskovým výmenníkom, ohrev a chladenie privádzaného vzduchu vodnými výmenníkmi.

	Prívod	Odvod
Prietok vzduchu	3750 m³/h	3750 m³/h
Spätný zisk tepla	-12.0 → 11.8 °C	72 %
Ohrev	11.8 → 21.0 °C	11.7 kW
Chladenie	29.0 → 25.0 °C	4.8 kW

Obrázok 15: Vybrané parametre jednotky z variantu 1 - zariadenie č. 1



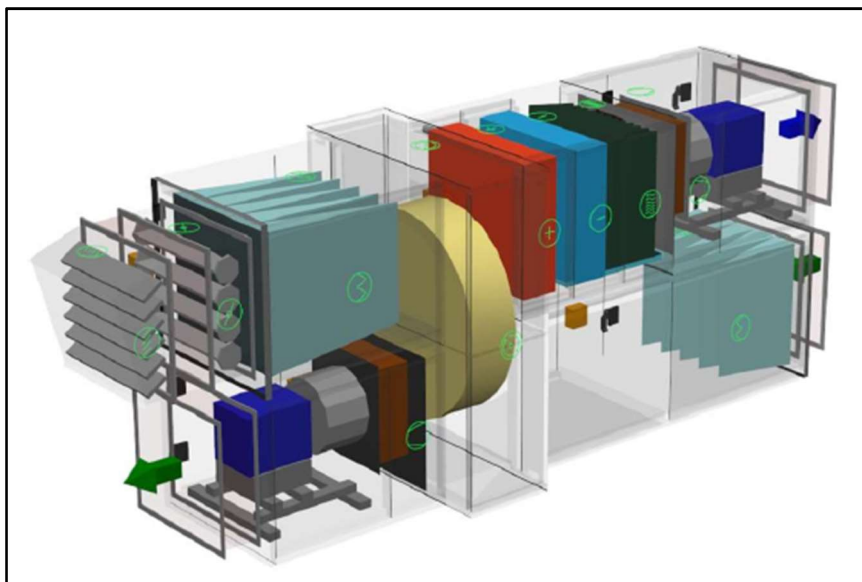
Obrázok 16: Zariadenie č. 1 - AeroMaster XP16

4.1.2 Variant 2

Variant 2 pozostáva z dvoch samostatných jednotiek. Prvá je zostavená jednotka AeroMaster XP04, ktorá slúži pre hosťovské izby. Jednotka je vybavená jednostupňovou filtráciou filtrom M5, spätným získavaním tepla rotačným výmenníkom, vodným výmenníkom pre ohrev vzduchu a priamym chladičom. Druhá jednotka v tomto variante je kompaktná Cake VZ-4. V jednotke sa nachádza filter triedy M5, doskový rekuperátor, vodný výmenník pre ohrev vzduchu a priamy chladič.

Prietok vzduchu	Prívod 1870 m ³ /h	Odvod 1870 m ³ /h
Spätný zisk tepla	-12.0 → 13.2 °C	76 %
Ohrev	13.2 → 21.0 °C	4.9 kW
Chladenie	29.0 → 18.7 °C	7.0 kW

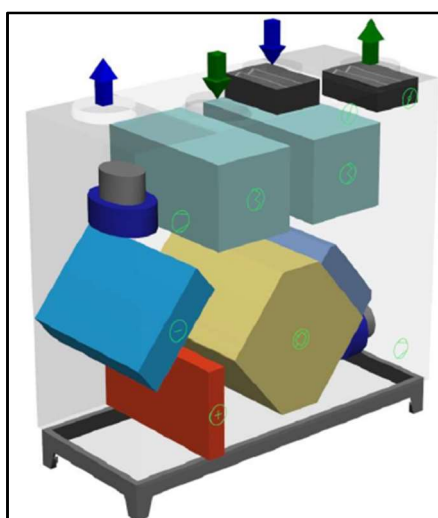
Obrázok 17: Vybrané parametre z variantu 2 - zariadenie č. 2



Obrázok 18: Zariadenie č. 2 - AeroMaster XP04

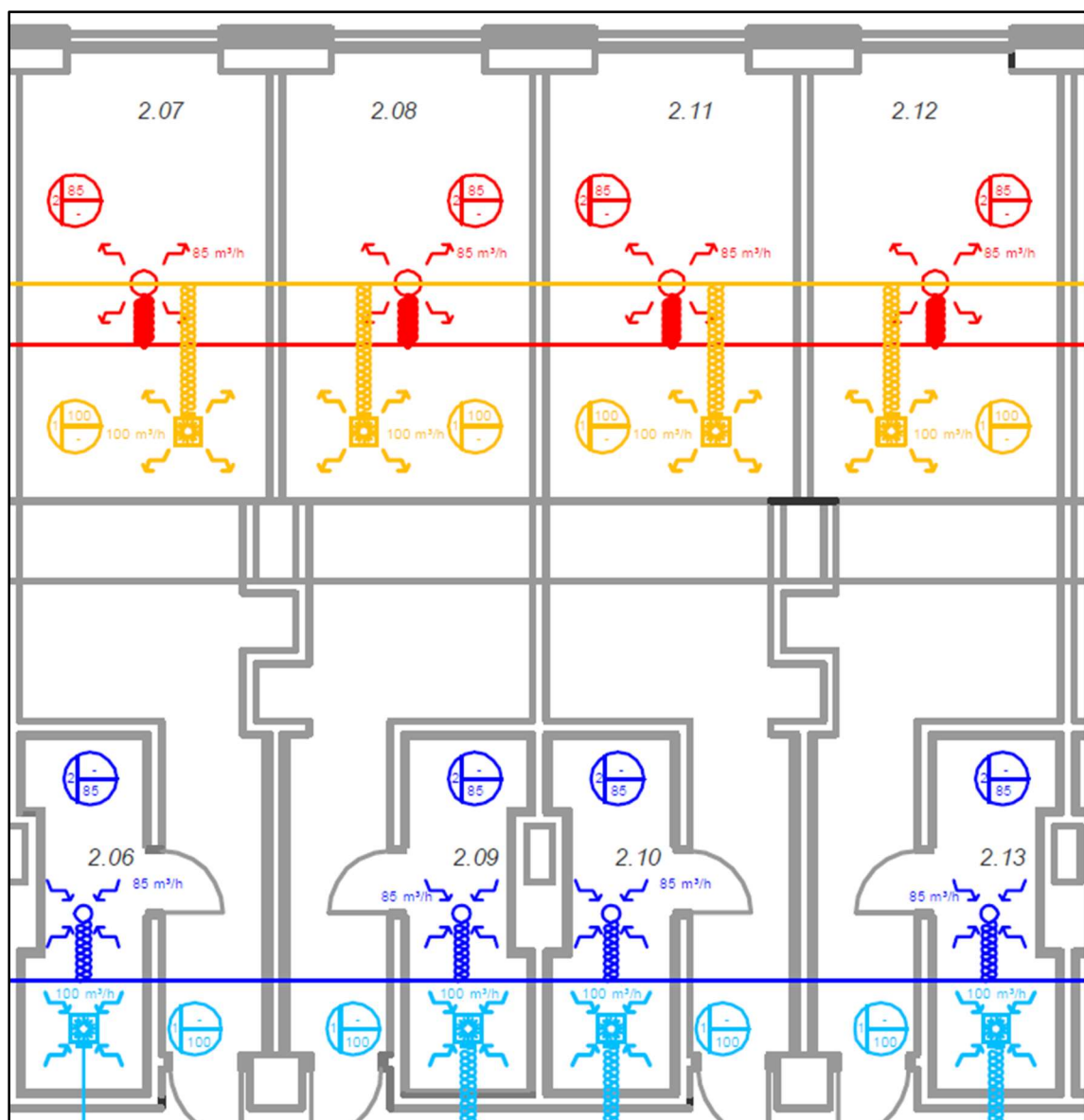
Prietok vzduchu	Prívod 1550 m ³ /h	Odvod 1550 m ³ /h
Spätný zisk tepla	-12.0 → 16.9 °C	88 %
Ohrev	16.9 → 19.0 °C	1.1 kW
Chladenie	29.0 → 19.0 °C	6.1 kW

Obrázok 19: Vybrané parametre jednotky z variantu 2 - zariadenie č. 3



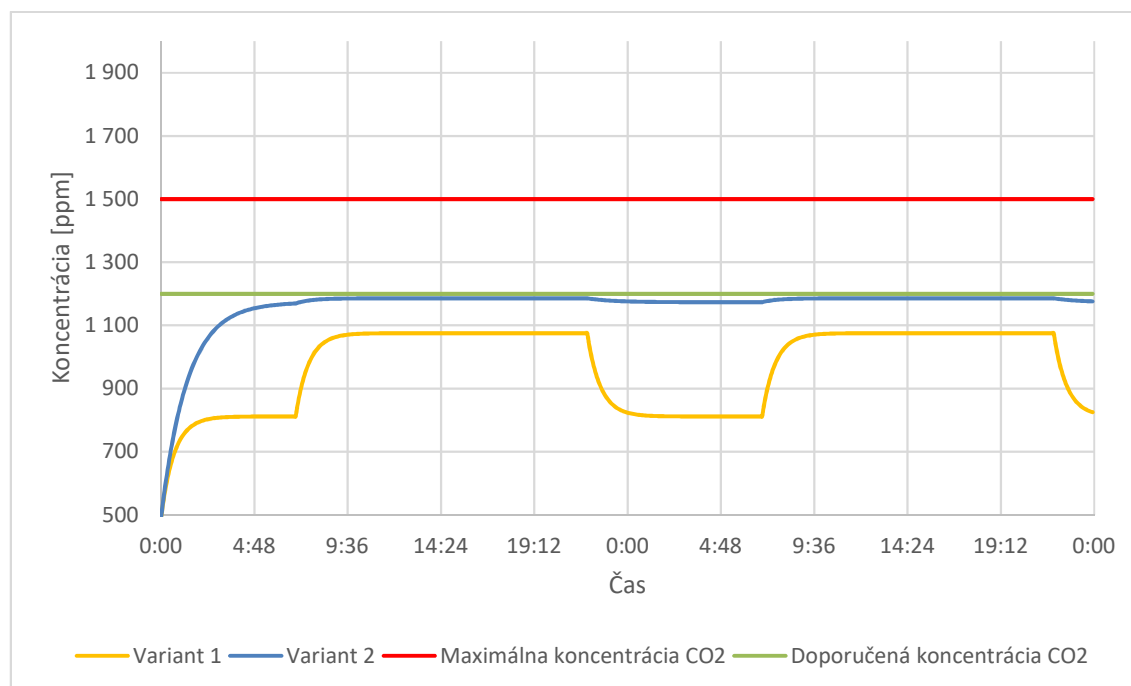
Obrázok 20: Zariadenie č. 3 - Cake VZ-4

4.2 SCHÉMA ROZVODOV JEDNOTLIVÝCH VARIANTOV



Obrázok 21: Porovnanie návrhu jednotlivých variantov

4.3 POROVNANIE KONCENTRÁCIE CO₂ VARIANTOV



Graf 10: Porovnanie koncentrácie CO₂ variantu 1 a variantu 2

V grafe 10 je porovnaná koncentrácia CO₂ variantu 1, kedy je do host'ovských izieb privádzaných 50 m³/(h · os) počas celého dňa. Z grafu je vidieť, že v miestnosti nebude koncentrácia dosahovať maximálne povolené hodnoty. Pri variante 2, keď sa do miestnosti privádza 42,5 m³/(h · os), resp. 25 m³/(h · os) počas noci, koncentrácia v izbe bude dosahovať vyššie hodnoty. Ako je však z grafu vidieť, oba varianty však splňujú doporučené hodnoty koncentrácie 1 200 ppm počas celého dňa prevádzky.

Týmto zistením je možné povedať, že rozhodujúce pri výbere vhodného variantu budú prevádzkové a obstarávacie náklady pre jednotlivé varianty.

4.4 VÝBER OPTIMÁLNEHO VARIANTU

Výber optimálneho variantu bol zhotovený na základe porovnania teoretickej potreby tepla a elektrickej energie a ceny jednotlivých jednotiek v konkrétnych variantoch. Potreba tepla bola počítaná podľa okrajových podmienok stanovených pre vnútorné prostredie na základe dennostupňovej metódy. Potreba elektrickej energie je vypočítaná na základe celkového príkonu jednotky a predpokladaných ročných prevádzkových hodín. Jednotlivé prevádzkové náklady boli vypočítané na základe orientačných cien za teplo a elektrickú energiu.

$$Q_{t,H} = V \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot \eta_{SZT}$$

$Q_{t,H}$ – teoretická potreba tepla [J]

V – objemový prietok vzduchu [m^3/hod]

c – merná tepelná kapacita vzduchu [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]

ρ – objemová hustota vzduchu [kg/m^3]

Δt – rozdiel teplôt medzi interiérom a exteriérom [$^{\circ}\text{C}$]

η_{SZT} – tepelná účinnosť spätného získavanie tepla [%]

$$Q_{t,E} = P \cdot t$$

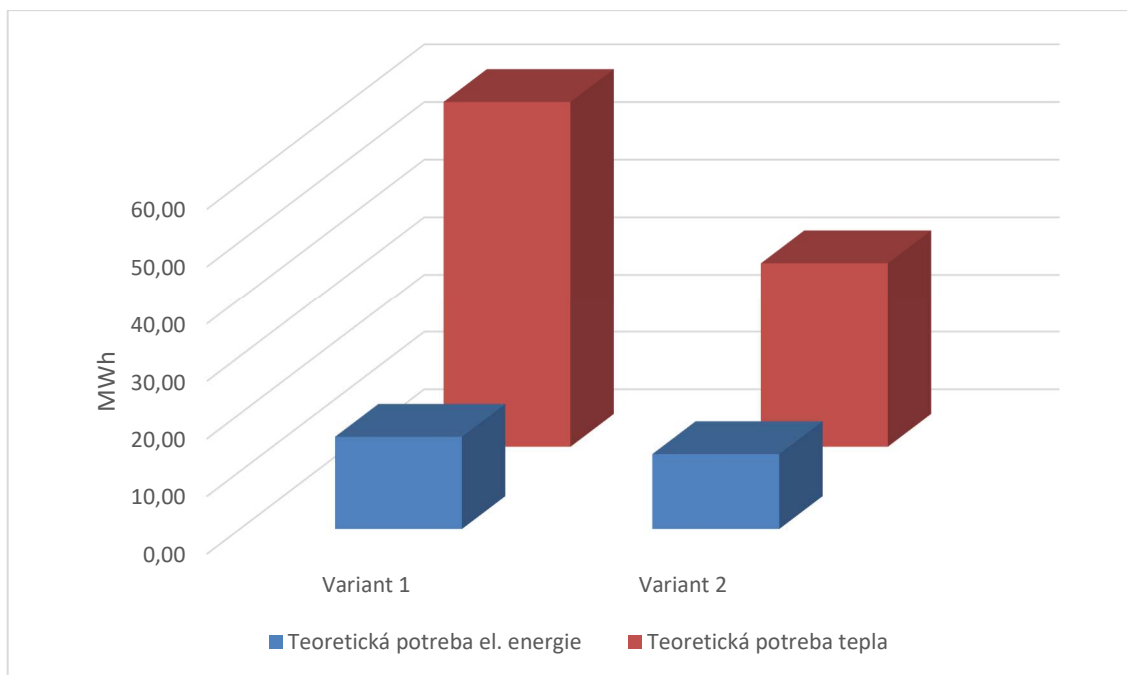
$Q_{t,E}$ – teoretická potreba elektrickej energie [kWh]

P – celkový príkon jednotky [kW]

t – predpokladané prevádzkové hodiny [hod]

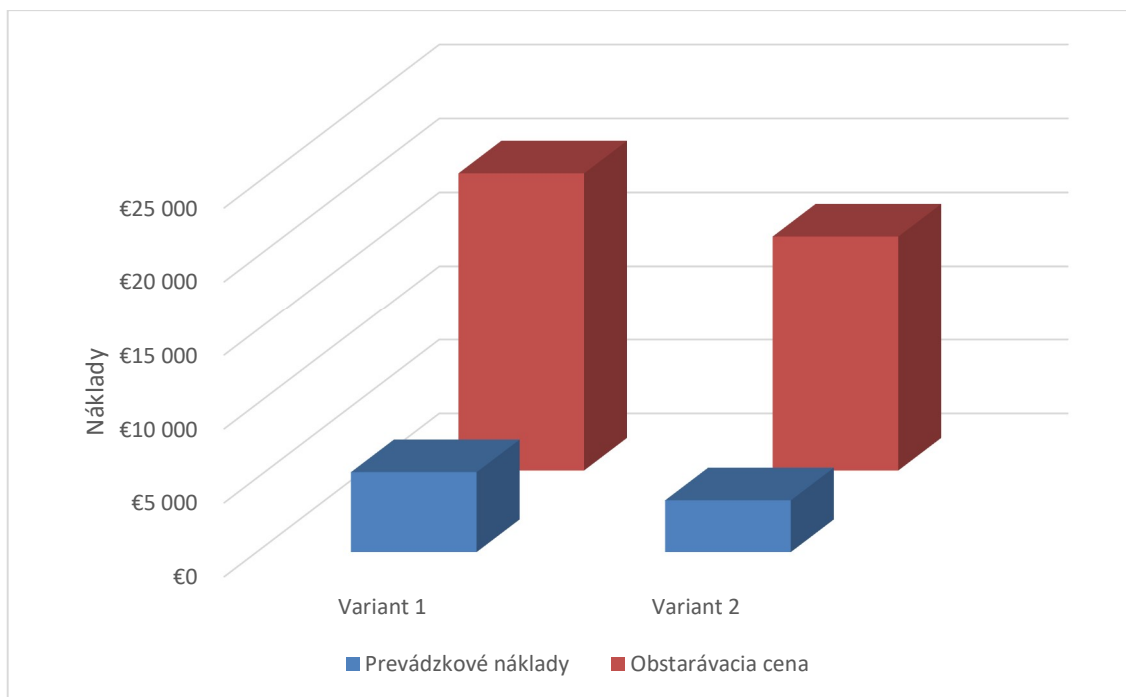
	Zariadenie č. 1	Zariadenie č. 2	Zariadenie č. 3	Variant 1	Variant 2
Teoretická potreba el. energie [MWh]	16,00	7,00	6,00	16,00	13,00
Teoretická potreba tepla [MWh]	60,00	22,00	10,00	60,00	32,00
Prevádzkové ná- klady	5 400 €	2 100 €	1 400 €	5 400 €	3 500 €
Obstarávacia cena	20 150 €	8 780 €	7 100 €	20 150 €	15 880 €

Tabuľka 16: Porovnanie jednotlivých variantov



Graf 11: Porovnanie teoretických potrieb jednotlivých variantov

V grafe 11 je uvedené porovnanie variantov z pohľadu teoretických potrieb elektrickej energie a tepla. Modrý stĺpec zobrazuje potrebu elektrickej energie a červený stĺpec potrebu tepla. Potreba elektrickej energie je v oboch variantoch približne rovnaká. Pri variante 2 s dvomi jednotkami však dochádza k úspore tepla. Je to spôsobené tým, že v prvom variante je privádzaný vzduch zohrievaný na 21 °C, pričom v druhom variante je na 21 °C ohrievaný len vzduch, ktorý je privádzaný do hosťovských izieb. Na chodbu je privádzaný vzduch s teplotou 19 °C, a tým sa znižuje aj celkovo potreba tepla na ohrev vzduchu.



Graf 12: Porovnanie nákladov jednotlivých variantov

V grafe 12 sú modrou farbou zobrazené prevádzkové náklady nutné na chod jednotlivých variantov. Červenou farbou sú zobrazené obstarávacie náklady nutné na zriadenie jednotiek, ktoré sú v jednotlivých variantoch zahrnuté. Ako je možné vidieť z grafu, okrem prevádzkových nákladov sú v druhej variante nižšie aj obstarávacie ceny jednotlivých jednotiek.

Na základe porovnania obstarávacích cien, prevádzkových nákladov a energetickej náročnosti som došiel k záveru, že vhodnejší bude variant 2. Miernou nevýhodou tohto variantu môže byť väčšia priestorová náročnosť jednotiek v strojovni vzduchotechniky.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČASŤ C – PROJEKTOVÁ ČASŤ

POBYTOVÉ MIESTNOSTI A KVALITA VZDUCHU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Valkovič

VEDÚCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2018

5 TECHNICKÁ SPRÁVA

5.1 ÚVOD

5.1.1 Predmet

Hlavným predmetom projektu je riešenie hygienického vetrania v objekte hotela za spolupráce s ďalšími nadväzujúcimi profesiami. Cieľom je zaistenie požadovanej vnútornej mikroklimy, komfortu v miestnostiach a dostatočnej kvality vzduchu z pohľadu koncentrácie oxidu uhličitého CO₂.

Projekt je spracovaný v stupni dokumentácie pre realizáciu stavby (DRS).

5.1.2 Popis objektu

Riešený objekt je samostatne stojaci štvorposchodový hotel s pristaveným futbalovým ihriskom. Prvé poschodie slúži ako recepcia hotela, zázemie pre športovcov s wellness, posilňovňou a reštauráciou. Druhé a tretie poschodie sa skladá zo samostatných hotelových izieb, posledné poschodie slúži ako administratívne zázemie. Tento projekt rieši samostatne druhé nadzemné podlažie. Na tomto poschodí sa nachádza 21 hosťovských izieb, 1 apartmán, šatňa pre personál, strojovne vzduchotechniky a skladové priestory.

5.1.3 Východiskové podklady pre spracovanie

Podkladmi pre spracovanie projektovej dokumentácie sú poskytnuté podklady stavebného riešenia, tzn. výkres pôdorysu riešeného poschodia a rez budovou. Ďalej ako podklady slúžia príslušné zákony a vyhlášky, české technické normy a podklady od výrobcov vzduchotechnických jednotiek:

- Nariadenie vlády č. 9/2013 Zb., ktorým sa mení Nariadenie vlády č. 361/2007 Zb., ktorým sa stanovujú podmienky ochrany zdravia pri práci,
- Nariadenie vlády č. 217/2016 Zb., ktorým sa mení Nariadenie vlády č. 272/2011 Zb., o ochrane zdravia pred nepriaznivými účinkami hluku a vibrácií,
- Vyhláška č. 6/2003 Zb., ktorou sa stanovujú hygienické limity chemických, fyzikálnych a biologických ukazovateľov pre vnútorné prostredie pobytových miestností niektorých stavieb,
- Nariadenie vlády č. 20/2012 Zb., ktorým sa mení Nariadenie vlády č. 268/2009 Zb., o technických požiadavkách na stavby,
- ČSN EN 15 251 – Vstupné parametre vnútorného prostredia pre návrh a posúdenie energetickej náročnosti budov s ohľadom na kvalitu vnútorného vzduchu, tepelného prostredia, osvetlenia a akustiky,
- ČSN 01 3454 – Technické výkresy – Inštalácie – Vzduchotechnika, klimatizácie,
- ČSN EN 1886 – Vetranie budov – Potrubné prvky – Mechanické vlastnosti,
- ČSN EN 73 0540 – Tepelná ochrana budov,

- ČSN 12 7010 – Vzduchotechnické zariadenia – Navrhovanie vetracích a klimati-
začných zariadení,
- ČSN EN 12 831 – Tepelné sústavy v budovách – výpočet tepelného výkonu,
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelnej záťaže klimatizovaných priestorov,
- TERUNA – program pre návrh tepelnej izolácie,
- AeroCAD – program pre návrh vzduchotechnických jednotiek,
- ELECTRODESIGN – podklady výrobcu,
- MANDÍK a.s. – podklady výrobcu,
- IMOS SYSTEMAIR a.s. – podklady výrobcu,
- GREF-AKUSTIKA, s.r.o. – podklady od výrobcu.

5.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMEROV

Miesto	Brno, Ivanovice	
Nadmorská výška	291 m.n.m.	
Tlak vzduchu	98,5 kPa	
	Zima	Leto
Teplota vzduchu	-12 °C	29 °C
Entalpia vzduchu	-	56,2 kJ/kg s.v.
Relatívna vlhkosť vzduchu	95 %	37 %

Tabuľka 17: Vonkajšie parametre vzduchu

5.3 PARAMETRE VNÚTORNÉHO PROSTREDIA

Priestor	Výpočtová zimná teplota [°C]	Požadovaná zimná teplota [°C]	Výpočtová letná teplota [°C]	Požadovaná letná teplota [°C]	Požadovaná vlhkosť [%]
Hotelové izby	20	20 ± 2	24	24 ± 2	neriadená
Kúpeľňa + WC	24	24 ± 2	neria- dená		neriadená
Chodba	18	18 ± 2	24	24 ± 2	neriadená
Sklady	15	18 ± 2	neria- dená		neriadená
Šatňa + hygienické zázemie	24	24 ± 2	neria- dená		neriadená

Tabuľka 18: Parametre vnútorného prostredia

5.3.1 Dimenzovanie zariadení podľa priestorov

Hotelové izby – vetranie v hotelových izbách s pobytom ľudí je riešené núteným prívodom vzduchu. Každá izba je dimenzovaná na dve osoby, prívod vzduchu bol stanovený na $42,5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{os})$.

Kúpeľne + WC – vetranie hygienických zariadení jednotlivých izieb je riešené ako podtlakové, s prívodom vzduchu z jednotlivých hotelových izieb, množstvo odvádzaného vzduchu bolo stanovené na základe zariadení predmetov a ich súčasnosti využívania na $85 \text{ m}^3/\text{h}$.

Chodba – na chodbe je udržiavaná stála výmena vzduchu $3\text{x}/\text{hod}$.

Sklad – sklady sú vetrané podtlakovo s prívodom vzduchu z chodby, pričom z jednotlivých skladov je odvádzaných $200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Šatňa + hygienické zázemie – celé hygienické zázemie je vetrané podtlakovo s prívodom vzduchu z chodby, odvod vzduchu je navrhnutý na základe zariadení predmetov a miest v šatni na $350 \text{ m}^3/\text{h}$.

5.4 PRÍPOJKY ENERGIÍ

Pre napojenie vzduchotechnických jednotiek je k dispozícii elektrická energia zo siete NN – rozvodná sústava 3 + PEN, 50 Hz, 400/230 V. Pre potreby vykurovania je k napojeniu k dispozícii regulovaná vykurovacia voda s teplotným spádom $70/50 \text{ }^\circ\text{C}$. Ústredné kúrenie je v objekte riešené pomocou teplovodného systému. Príprava vykurovacej vody zaisťuje profesia ústredného kúrenia (nie je súčasťou tohto projektu). Pre chladenie vzduchu sú v jednotkách osadené priame chladiče, napojenie zabezpečuje profesia chladenie.

5.5 POPIS TECHNICKÉHO RIEŠENIA

5.5.1 Konceptia vzduchotechnických zariadení

Riešenie hygienického vetrania je navrhnuté na základe dostupných stavebných dispozícií, bezpečnosti a ochrany zdravia a na základe požiadaviek na vnútornú mikroklimu miestností. Nútené vetranie je navrhované do miestností, v ktorých nie je možné zabezpečiť dostatočnú výmenu vzduchu, prípadne z bezpečnostných dôvodov nie je možné vetrať miestnosti prirodzene. Navrhnuté jednotky slúžia len k hygienickej výmene vzduchu, vykurovanie miestností zaisťuje profesia UK. Pre chladenie miestností je navrhnutý VRF systém.

5.5.2 Zariadenie č. 1 – vetranie hotelových izieb

Jednotka pre vetranie hotelových izieb bude umiestnená v strojovni vzduchotechniky na druhom nadzemnom podlaží.

Navrhnutý systém je rovnotlakový. Čerstvý vzduch je nasávaný z vonkajšieho prostredia cez protidažďovú žalúziu na fasáde objektu. Na prívode je jednotka zložená z uzatváracej klapky, kapsového filtra vzduchu M5, rotačného výmenníku, vodného ohrievaču, priameho chladiču a ventilátoru. Jednotka je od nosného podkladu oddelená pomocou ryhovanej gumy, ktorá slúži k odtlmeniu, proti prenosu vibrácií do konštrukcie. Vzduch je zo vzduchotechnického zariadenia rozvádzaný vzduchovodmi, ktoré sú umiestnené v podhl'ade jednotlivých miestností. Do vetraných miestností je vzduch vyfukovaný pomocou tanierových ventilov osadených v podhl'ade, ktoré sú na rozvody napojené ohybným potrubím. Z vetraných miestností sa pomocou vetracích mriežok dostáva do hygienických miestností jednotlivých hotelových izieb. Znehodnotený vzduch je následne odvodnými tanierovými ventilmi odsávaný cez ohybné potrubie a hlavné rozvody odvádzaný do jednotky a vyfukovaný do okolia. Na odvode je vzduch vyfukovaný cez filter triedy G4, rotačný výmenník, ventilátor a výfukovú hlavicu. Výfuková hlavica je umiestnená vo 3,7 m nad protidažďovou žalúziou, aby nedochádzalo k nasávaniu znehodnoteného vzduchu. Súčasťou rozvodov vzduchu sú tlmiče hluku, požiarne a regulačné klapky.

Vzduchotechnická jednotka čiastočne pokrýva tepelné straty a tepelné zisky.

Technický list zariadenia – vid' príloha P2.

Prevádzkové stavy:

PS 1: Denná prevádzka od 7:00 do 22:00

Jednotka privádza 1 870 m³/h, čo predstavuje 42,5 m³/(h · os).

PS 2: Nočná prevádzka od 22:00 do 7:00

Jednotka v prevádzke na 60 % svojho výkonu, privádza 1 100 m³/h, čo predstavuje 25 m³/(h · os).

Regulácia:

Zariadenie je prevádzkované nepretržite, na základe nastavených prevádzkových stavov MaR.

Systém MaR bude zaisťovať najmä tieto funkcie:

- riadenie výkonu výmenníkov vzduchotechniky,
- protimrazová ochrana na strane vody,
- kontrola poruchových veličín – zanesenie filtrov, chod ventilátorov atď.,
- regulovanie výkonu jednotky na základe CO₂ senzorov v jednotlivých hotelových izbách a v exteriéri
- riadenie SZT podľa energetického hľadiska,
- chod zariadenia na základe nastavených prevádzkových stavov.

5.5.3 Zariadenie č. 2 – vetranie chodby a pomocných priestorov

Jednotka pre vetranie chodby a pomocných priestorov bude umiestnená v strojovni vzduchotechniky na druhom nadzemnom podlaží.

Navrhnutý systém je rovnotlakový pomocou kompaktnej vzduchotechnickej jednotky. Čerstvý vzduch je nasávaný z vonkajšieho prostredia cez protidažďovú žalúziu na fasáde objektu. Na privode je jednotka zložená z uzatváracej klapky, kapsového filtra vzduchu M5, doskového rekuperátora, vodného ohrievača, priameho chladiča a ventilátora. Jednotka je od nosného podkladu oddelená pomocou ryhovanej gumeny, ktorá slúži k oddeleniu, proti prenosu vibrácií do konštrukcie. Vzduch je zo vzduchotechnického zariadenia rozvádzaný vzduchovodmi, ktoré sú umiestnené v podhl'ade jednotlivých miestností. Vzduch je privádzaný na chodbu pomocou vírivých výustok osadených v podhl'ade, ktoré sú na rozvody napojené pomocou ohybných hadíc. Z chodby sa podtlakovo dostane vzduch do okolitých pomocných priestorov cez vetracie mriežky. Znehodnotený vzduch je následne odvodnými koncovými prvkami odsávaný cez ohybné potrubie a hlavné rozvody odvádzaný do jednotky a vyfukovaný do okolia. Na odvode je vzduch vyfukovaný cez kapsový filter triedy G4, doskový výmenník SZT, ventilátor, klapku a protidažďovú žalúziu. Súčasťou rozvodov vzduchu sú tlmiče hluku, požiarne a regulačné klapky.

Vzduchotechnická jednotka čiastočne pokrýva tepelné straty a tepelné zisky.

Technický list zariadenia – vid' príloha P3.

Regulácia:

Zariadenie je prevádzkované nepretržite, na základe nastavených časových programov.

Systém MaR bude zaisťovať najmä tieto funkcie:

- riadenie výkonu výmenníkov vzduchotechniky,
- protimrazová ochrana na strane vody,
- kontrola poruchových veličín – zanesenie filtrov, chod ventilátorov atď.,
- riadenie SZT podľa energetického hľadiska,
- chod zariadenia podľa nastavených prevádzkových stavov.

5.5.4 Zariadenie č. 3 – chladenie hotelových izieb

Na elimináciu tepelnej záťaže v priestoroch hotelových izieb je navrhnutý systém VRF. Systém je zložený z dvoch vonkajších jednotiek Fujitsu. Na prvú vonkajšiu jednotku Fujitsu AJYA54LALH bude napojených 9 nástenných vnútorných jednotiek Fujitsu ASYA04GACH, na druhú vonkajšiu jednotku Fujitsu AJYA72LALH bude napojených 13 nástenných vnútorných jednotiek Fujitsu ASYA04GACH. Vonkajšie jednotky budú osadené na streche objektu, na oceľovom ráme. Vnútorné jednotky nie sú vybavené čerpadlom kondenzátu.

Technický list zariadenia – vid' príloha P4.

Regulácia:

Ovládanie jednotlivých nástenných jednotiek bude podľa prevádzkových požiadaviek lokálnych regulačných systémov (on/off, regulácia otáčok, teplotný senzor). Teplota výstupného vzduchu v miestnosti je riadená pomocou nástenného dotykového ovládača.

Napájanie jednotiek zaistí profesia ELE podľa predaných podkladov.

Napojenie vnútorných jednotiek na odvod kondenzátu zaistí profesia ZTI.

Profesia MaR zaistí napojenie adaptéru pre chybové hlásenie (chod/porucha).

5.6 POPIS SPOLOČNÝCH PRVKOV

5.6.1 Vzduchotechnické potrubie

V objekte bude vzduch dopravovaný kruhovým SPIRO potrubím zhotoveným z pozinkovaného plechu. Nasávanie a výtlak zo zariadenia č. 1 bude zhotovené z štvorhranného potrubia z pozinkovaného plechu. Všetky tvarovky budú zhotovené bez ostrých prechodov. Potrubie sa zavesí na závesy s rozponom maximálne 3 m. Vzduchovody na závesoch, podperách či konzolách budú podložené gumou.

Prívodné a odvodné elementy, ktoré budú osadené v podhl'adoch jednotlivých miestností, budú na VZT potrubie (z dôvodu vzájomnej koordinácie s ostatnými podhl'adovými elementmi – svetlá, požiarne hlásiče atď.) napojené pomocou ohybných hadíc. Pri spojoch vzduchovodu potrubia s ohybnou hadicou bude zhotovené vodivé prepojenie, tlmiace vložky budú preklenuté pružným vodivým spojením pre odvedenie statického náboja.

5.6.2 Protihlukové opatrenia

Budú zhotovené také opatrenia, ktoré zabránia šíreniu hluku do vonkajších priestorov a do vetraných miestností:

- Vzduchotechnické potrubie oddelené od vzduchotechnických zariadení pryžovými vložkami.
- Vzduchotechnické jednotky a potrubie na závesoch podložené gumou
- Zaradenie tlmičov hluku do potrubných rozvodov k zamedzeniu šírenia hluku od ventilátorov do miestností.
- Rýchlosť prúdenia vzduchu v potrubí a distribučných prvkoch sú zvolené tak, aby prúdenie vzduchu nespôsobovalo nadmerný hluk.
- Pre zabránenie prenosu hluku do stien bude potrubie v prestupoch vždy obalené minerálnou vlnou. Zpracovanie omietky bude zrealizované tak, aby nemohlo dôjsť k prenosu vibrácií.

- Medzi nosnými rámami a vzduchotechnickými jednotkami je osadená ryhovaná guma.

5.6.3 Protipožiarne opatrenia

Dokumentácia bola riešená v súlade s príslušnou normou ČSN 73 0872 – Ochrana stavieb proti šíreniu požiaru vzduchotechnickým zariadením. Rozdelenie objektu na jednotlivé požiarne úseky je riešené samostatným projektom požiarnej ochrany. Do projektu boli zapracované tieto opatrenia:

- Potrubie s prierezom väčším ako 400 cm² prechádzajúce požiarne deliace konštrukcie je opatrené požiarными klapkami umiestnenými buď priamo v konštrukcii, ktorá oddeľuje jednotlivé požiarne úseky, alebo mimo požiarne deliacu konštrukciu, pričom zvyšok potrubia je protipožiarne zaizolovaný. Po montáži zariadenia je pri požiarных klapkách nutná revízia.
- Všetky prestupy, mriežky atď. umiestnené v stene s požiarnou odolnosťou sú zhotovené v schválenom atestovanom vyhotovení.

Požiarne klapky sú navrhnuté so servopohonom 230 V s termoelektrickým aktivačným zariadením. V prípade požiaru sú všetky prevádzkové zariadenia vzduchotechniky vypnuté na základe signálu EPS.

5.6.4 Izolácie

Tepelná izolácia splňuje požiadavky na úspory tepla a útlmu hluku vznikajúceho chodom vzduchotechnických zariadení a taktiež zabraňuje vzniku kondenzátu na oboch stranách potrubia. Izolované sú rozvody potrubia vedené exteriérom, nasávanie a výtlak jednotlivých zariadení. Pre izolovanie je použitá vláknitá izolácia s Al polepom. Rozsah izolácie je uvedený na výkresovej dokumentácii.

5.6.5 Nátery

Všetky zariadenia, potrubia a elementy sú v prevedení bez použitia náteru. Všetky zariadenia sú s originálnou antikorošnou povrchovou úpravou.

5.7 POŽIADAVKY NA JEDNOTLIVÉ PROFESIE

5.7.1 Požiadavky na stavbu

- Zaistí prípravu prestupov vzduchovodov vrátane ich zapravenia.
- Zaistí dopravné a montážne cesty.
- Zaistí obloženie a dotesnenie prestupov vzduchovodov izolačnými a proti otrasovými hmotami v rámci zapravenia.
- Zaistí koordináciu rozvodov a zariadení VZT s jednotlivými profesiami.

- Zaistí zriadenie revízných otvorov pre prístup k VZT zariadeniam v konštrukcii podhľadu.
- Zaistí statické riešenie s ohľadom na umiestnenie vzduchotechnických zariadení.

5.7.2 Požiadavky na meranie a reguláciu

- Zaistí zapojenie všetkých zariadení vzduchotechniky na elektrickú energiu v súčinnosti s profesiou elektro.
- Zaistí spúšťanie a reguláciu zariadení podľa predaných podkladov.
- Zaistí zabezpečenie rekuperátora proti zamŕzaniu.
- Zaistí uzatváranie a otváranie klapiek pri odstavení a spúšťaní zariadení.
- Zaistí prepínanie letnej a zimnej prevádzky zariadení.
- Zaistí signalizáciu poruchy vrátane zberu poruchových hlásení.
- Zaistí signalizáciu zanesenia filtrov.
- Zaistí zapojenie ochrany motorov proti prehriatiu a ovládanie ventilátorových jednotiek.
- Zaistí ochranu ohrievačov proti zamŕzaniu.
- Zaistí dodávku prepojujúcich káblov, riadiacich prvkov, senzorov teplôt, diferenciálnych tlakových spínačov, meranie prietoku vzduchu, servopohonov, snímačov tlakovej diferencie a ostatných prvkov nevyhnutných pre ovládanie zariadení.

5.7.3 Požiadavky na elektroinštalácie

- Zaistí napojenie všetkých zariadení vzduchotechniky na elektrickú energiu v súčinnosti s profesiou MaR.
- Zaistí, aby všetky zariadenia vzduchotechniky mali ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím a ochranu pred účinkami statickej elektriky.
- Zaistí silové napájanie a prekáblovanie ventilátorov a uzatváracích klapiek.
- Zaistí silové napájanie vonkajších kondenzačných jednotiek.

5.7.4 Požiadavky na zdravotnú techniku

- Zaistí odvody kondenzátu z vnútorných nástenných chladiacich jednotiek do odpadného potrubia.
- Zaistí odvod kondenzátu z chladičov a zariadení na SZT vzduchotechnických jednotiek.
- Kondenzát z vonkajších jednotiek voľne steká na strechu a nie je nutné riešiť jeho odvod.

5.7.5 Požiadavky na ústredné kúrenie

- Zaistí napojenie ohrievačov vetracích jednotiek na vykurovaciu vodu s núteným obehom, teplota vody je riadená regulačným ventilom.

- Zaistí, aby kvalita vody do výmenníkov svojím chemických zložením zodpovedala parametrom, ktoré stanovil výrobca výmenníkov.
- Zaistí prívod médií požadovaných parametrov k hrdlám VZT zariadení aj v prechodnom období.
- Zabezpečí prístup k regulačným armatúram.

5.7.6 Požiadavky na chladenie

- Zaistí zapojenie priamych chladičov vzduchotechnických jednotiek na zdroje chladu vrátane všetkých regulačných armatúr.

5.7.7 Požiadavky na EPS

- Zaistí v prípade požiaru vypnutie všetkých vzduchotechnických zariadení určených na vetranie.
- Zaistí ovládanie požiarnych klapiek.

5.8 POKYNY PRE MONTÁŽ

- Pri montáži musia byť dodržané všetky podrobné pokyny pre montáž jednotlivých strojov priložených v dodávke alebo uvedených v jednotlivých normách a predpisoch bezpečnosti práce.
- Inštaláciu jednotiek zrealizuje odborná firma s oprávnením na výkon tejto práce.
- Pred zahájením montáže je nutná koordinácia postupu prác jednotlivých profesií.
- Rozvody vzduchotechniky budú inštalované pred ostatnými profesiami s ohľadom na priestorové nároky.
- Vzduchovody budú od jednotiek vždy oddelené pryžovými vložkami.
- Vzduchotechnické potrubia a jednotky na závesoch budú vždy podložené gumou.
- Medzi nosnými rámami a vzduchotechnickými jednotkami je uložená ryhovaná guma .
- Na zabránenie prenosu hluku do stien bude potrubie v prestupoch vždy obalené minerálnou vatou, omietka bude zhotovená tak, aby nemohlo dôjsť k prenosu vibrácií.

5.9 POKYNY PRE OBSLUHU, ÚDRŽBU, BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI, SKÚŠKY

Obsluhu, prevádzku a údržbu zariadenia môže realizovať len osoba, ktorá je zaškolená odbornou firmou. Opravy, údržbu a inštaláciu elektrických zariadení (motorov ventilátorov a ďalších súvisiacich zariadení) môže realizovať len pracovník, ktorý je odborne kvalifikovaný. Tento pracovník preberá za realizovanie tejto práce zodpovednosť.

Vzhľadom k charakteru zariadenia je nutné realizovať pravidelnú údržbu zariadenia. Pred zahájením prevádzky je nutné dbať na to, aby bolo celé zariadenie namontované bez nečistôt, prachu a zvyškov stavebného materiálu.

Do ostatnej bežnej údržby patrí kontrola, premazanie a prípadne výmena ložísk, kontrola funkcie spínačov a stýkačov, doťahovanie svoriek, stav izolácií atď. O výsledkoch všetkých prehliadok a kontrol musia byť zhotovované záznamy.

Všetci pracovníci obsluhujúci zariadenia musia dodržiavať platné bezpečnostné predpisy a musia byť pravidelne školení na obsluhu.

Po dokončení montáže prebehne individuálne vyskúšanie zariadenia, ktoré overí vecnú úplnosť dodávky a montáže zariadení a spočíva v uvedení strojov do prevádzky buď naprázdno alebo so zaťažením. Kontroluje sa napríklad správne umiestnenie elementov v priestore, určený zmysel otáčania ventilátorov, realizovanie správneho uchytania, pružné uloženie, náplň mazadiel, pohyblivosť regulačných orgánov a ich pohonov, prístupnosť ovládacích prvkov atď. Odporúča sa prítomnosť budúcej obsluhy pri realizácii tejto skúšky.

V rámci prípravy ku komplexnému vyskúšaniu sa zrealizuje uvedenie do prevádzky jednotlivých skupín strojov vo vzájomných väzbách tak, aby bolo možné pristúpiť ku komplexnému vyskúšaniu zariadenia. Nastavia sa vzduchové výkony koncových prvkov rozvodov vzduchu a ventilátorov.

Pred predaním používateľovi sa zariadenie podrobí komplexným skúškam. Doba trvania komplexného skúšania sa dohodne medzi odberateľom a dodávateľom. Komplexnou skúškou sa preukazuje správne fungovanie celého vzduchotechnického zariadenia v súčinnosti so všetkými nadväzujúcimi profesiami. V tejto fáze je vhodné dokončiť zaúčovanie obsluhy, ktorá bude zariadenia po prevzatí odberateľom prevádzkovať.

Pri skúškach sa preukazuje najmä:

- istota chodu strojov a zariadení,
- bezpečnosť prevádzky,
- funkčná spoľahlivosť,
- jednoduchosť a plynulosť ovládania zariadení.

Vecná náplň komplexného vyskúšania zahŕňa:

- kontrolu, či zariadenie je schopné po dohodnutú dobu nepretržitej bezporuchovej prevádzky,
- overenie pokojného chodu všetkých častí (ventilátorov, klapiek, pohonov a pod.)
- kontrola všetkých ložísk,
- preverenie funkcie pružného uloženia ventilátorov, jednotiek i vzduchovodov,
- preverenie výkonu ohrievačov a chladičov,

- kontrola tesnosti rozvodov vykurovacej vody,
- preverenie výkonu ohrievacieho registra,
- preverenie funkcie automatickej regulácie (citlivosť a rýchlosť regulačných elementov na zmenu požadovaných parametrov, väzba medzi jednotlivými elementami – ventilátormi, klapkami, kontrola senzorov snímajúcich teploty a tlaky, činnosť všetkých regulačných orgánov atď.),
- preukázanie dodržaných ostatných parametrov daných výrobcami použitých zariadení, prípadne dohodnutých medzi dodávateľom a odberateľom.

5.10 VPLYV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Vzduchotechnické zariadenie nemá žiadny negatívny vplyv na životné prostredie. Systém vzduchotechnických zariadení taktiež spĺňa všetky požiadavky na parametre hluku z hľadiska šírenia do okolia.

5.11 ZÁVER

Navrhnuté vetracie zariadenia spĺňajú nároky kladené na prevádzku daného typu a charakteru. Dokumentácia obsahuje všetky náležitosti predpísané vyhláškou o dokumentácii stavieb. Pri spracovaní projektovej dokumentácie boli dodržané všetky uvedené normy a smernice.

ŠPECIFIKÁCIA PRVKOV

Zariadenie č. 1 - hygienické vetranie hotelových izieb				
1.01	REMAK	Vetracia jednotka s rotačným rekuperátorom AEROMASTER XP04 pre štandardné prostredie, 3NPE 230 V, 50 Hz / 1NPE 230 V, 50 Hz – príloha P2	kpl	1
		Prívod: filter M5, prietok vzduchu 1 870 m ³ /h, ventilátor s voľným obežným kolesom, vodný ohrievač 4,9 kW 70/50 °C, priamy chladič 7 kW 6 °C R410a		
		Odvod: filter G4, prietok vzduchu 1 870 m ³ /h, ventilátor s voľným obežným kolesom		
1.02	REMAK	Protidažďová žalúzia XPZO 500-450	ks	1
1.03	TECHNOV	Výfuková hlavica VHHS 500 x 450	ks	1
1.04	GREIF-AKUSTIKA	Kruhový tlmič hluku s jadrom GDE 280 x 1 500 mm	ks	2
1.05	GREIF-AKUSTIKA	Kruhový tlmič hluku s jadrom GDE 355 x 1 500 mm	ks	1
1.06	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTМ Ø 280 mm	ks	25
		Servopohon BELIMO NM230A-S (.46)		
1.07	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTМ Ø 250 mm	ks	4
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
1.08	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTМ Ø 225 mm	ks	4
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
1.09	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTМ Ø 200 mm	ks	4
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
1.10	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTМ Ø 160 mm	ks	5
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
1.11	SYSTEMAIR	Prívodný stropný difúzor TFF 150	ks	22
1.12	SYSTEMAIR	Odvodný kruhový ventil EFF 100	ks	22
1.13	ELEKTRODESIGN	Stenová mriežka MSU 25 300 x 100 mm	ks	22
	ELEKTRODESIGN	Ohybná hadica SONOFLEX MI-82	bm	15,0
	ELEKTRODESIGN	Ohybná hadica SONOFLEX MI-127	bm	14,5
	LINDAB	Kruhové SPIRO potrubie sk. 1 do priemeru:		
		Ø 355 / 40 % tvaroviek	bm	10,0
		Ø 280 / 15 % tvaroviek	bm	165,0
		Ø 250 / 10 % tvaroviek	bm	12,0
		Ø 225 / 10 % tvaroviek	bm	12,0
		Ø 200 / 10 % tvaroviek	bm	12,0
		Ø 160 / 10 % tvaroviek	bm	22,0
	LINDAB	Štvorhranné pozinkované potrubie do obvodu		
		1 900 mm / 25 % tvaroviek	bm	7,0
	ISOVER	Tepelná izolácia ORSTECH LSP 40 hrúbky 40 mm	m ²	15,0
		s Al polepom		

Zariadenie č. 2 - vetranie chodby a pomocných priestorov				
2.01	REMAK	Vetracia jednotka s doskovým rekuperátorom CAKE VZ-4, štandardné prevedenie, 1NPE 230 V, 50 Hz – príloha P3	kpl	1
		Prívod: filter M5, prietok vzduchu 1 550 m³/h, ventilátor s voľným obežným kolesom, vodný ohrievač 1,1 kW 70/50 °C, priamy chladič 6,1 kW 6 °C R410a		
		Odvod: filter G4, prietok vzduchu 1550 m³/h, ventilátor s voľným obežným kolesom		
2.02	ELEKTRODESIGN	Protidažďová žalúzia TWG 355	ks	2
2.03	GREIF-AKUSTIKA	Kruhový tlmič hluku GD 225 x 1 000 mm	ks	1
2.04	GREIF-AKUSTIKA	Kruhový tlmič hluku GD 355 x 1 000 mm	ks	2
2.05	MANDÍK	Požiarna klapka kruhová FDMC Ø 355 mm	ks	2
		servopohon BELIMO BFL 230 - T		
2.06	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTM Ø 355 mm	ks	6
		Servopohon BELIMO NM230A-S (.46)		
2.07	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTM Ø 315 mm	ks	2
		Servopohon BELIMO NM230A-S (.46)		
2.08	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTM Ø 280 mm	ks	2
		Servopohon BELIMO NM230A-S (.46)		
2.09	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTM Ø 225 mm	ks	1
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
2.10	MANDÍK	Regulačná klapka RKKTM Ø 200 mm	ks	1
		Servopohon BELIMO LM230A-S		
2.11	ELEKTRODESIGN	Prívodný kruhový anemostat s pevným kužeľom a s montážnou doskou do rastru DRE-CF-S 200	ks	5
2.12	SYSTEMAIR	Odvodný kruhový ventil EFF 200	ks	7
2.13	SYSTEMAIR	Odvodný kruhový ventil EFF 80	ks	1
2.14	SYSTEMAIR	Odvodný kruhový ventil EFF 125	ks	1
2.15	ELEKTRODESIGN	Stenová mriežka MSU 25 500 x 100 mm	ks	9
2.16	ELEKTRODESIGN	Stenová mriežka MSU 25 400 x 75 mm	ks	1
	ELEKTRODESIGN	Ohybná hadica SONOFLEX MI-203	bm	13,5
	ELEKTRODESIGN	Ohybná hadica SONOFLEX MI-127	bm	1,5
	ELEKTRODESIGN	Ohybná hadica SONOFLEX MI-82	bm	2,0
	LINDAB	Kruhové SPIRO potrubie sk. 1 do priemeru:		
		Ø 355 / 15 % tvaroviek	bm	65,0
		Ø 315 / 15 % tvaroviek	bm	23,5
		Ø 280 / 5 % tvaroviek	bm	27,5
		Ø 225 / 5 % tvaroviek	bm	12,5
		Ø 200 / 10 % tvaroviek	bm	6,0
	ISOVER	Tepelná izolácia ORSTECH LSP 40 hrúbky 40 mm s Al polepom	m²	26,0

Zariadenie č. 3 - chladenie hotelových izieb				
3.01 a	Fujitsu	Vonkajšia jednotka VRF systému AJYA54LALH, chladiaci výkon 15,5 kW – príloha P4	kpl	1,0
		Doplnenie chladiva podľa skutočnej dĺžky potrubia, uloženie na oceľovom nosnom ráme		
3.01 b	Fujitsu	Vnúťorná nástenná jednotka ASYA04GACH, chladiaci výkon 1,1 kW Káblový ovládač (dotykový) – príloha P4	ks	9,0
3.02 a	Fujitsu	Vonkajšia jednotka VRF systému AJYA72LALH, chladiaci výkon 22,4 kW – príloha P4	kpl	1,0
		Doplnenie chladiva podľa skutočnej dĺžky potrubia, uloženie na oceľovom nosnom ráme		
3.02 b	Fujitsu	Vnúťorná nástenná jednotka ASYA04GACH, chladiaci výkon 1,1 kW Káblový ovládač (dotykový) – príloha P4	ks	13,0
		Medené potrubie pre rozvod chladiva 6,35 x 12,70 (Ø 6,35 mm kvapalina, Ø 12,70 mm plyn), predizolované	bm	18,5
		Medené potrubie pre rozvod chladiva 9,52 x 15,88 (Ø 9,52 mm kvapalina, Ø 15,88 mm plyn), predizolované	bm	
		Medené potrubie pre rozvod chladiva 9,52 x 19,05 (Ø 9,52 mm kvapalina, Ø 19,05 mm plyn), predizolované	bm	18,0
		Medené potrubie pre rozvod chladiva 12,70 x 22,22 (Ø 12,70 mm kvapalina, Ø 22,22 mm plyn), predizolované	bm	12,0

TABUĽKA VÝKONOV

Zariadenie		Množstvo	Vzduchový výkon		Ohrievač		Chladič		Ventilátor, pohony			Ovládanie / zapája a napája	Poznámka	
Pozícia	Typ zariadenia		Prívod [m ³ /h]	Odvod [m ³ /h]	Výkurovací výkon [kW]	Parametre ohrievača	Chladiaci výkon [kW]	Parametre chladiča	Napätie [V/Hz]	Príkon [W]	Prúd [A]			Hmotnosť [kg]
Umiestnenie		Popis zariadenia	Rozmer [mm]											
Zariadenie č. 1 - Hygienické vetranie hotelových izieb														
1.01	AEROMASTER XP 04 VETRACIA JEDNOTKA S ROTAČNÝM VÝMENNÍKOM		1	1 870		4,9		7,0		230/50	1 010	max. 6,10	581	Vetranie hotelových izieb
				1 870		70/50 °C		6 °C, R 410A				2 660 x 947 x 1 200		
1.06	BELIMO NM230A-S (.46) Servopohon pre regulačnú klapku RKKTM Ø 280 mm		25	-		-		-		240/50	2,5	-	0,085	Riadenie podľa programu MaR
				124 x 62 x 80										
1.07 — 1.10	BELIMO LM230A-S Servopohon pre regulačnú klapku RKKTM Ø 160 — 250 mm		17	-		-		-		240/50	2,5	-	0,059	Riadenie podľa programu MaR
				116 x 61 x 80										
Zariadenie č. 2 - hygienické vetranie chodby a pomocných priestorov														
2.01	CAKE VZ - 4 VETRACIA JEDNOTKA S DOSKOVÝM VÝMENNÍKOM		1	1 550		1,1		6,1		240/50	700	max. 8	430	Vetranie chodby a pomocných priestorov
				1 550		70 / 50 °C		6 °C, R 410A				1 910 x 850 x 1 595		
2.05	BELIMO BFL 230 - T Servopohon pre požiaru klapku FDMC Ø 355 mm		2	-		-		-		240/50	3,5	-	0,08	Riadenie podľa EPS
				-										
2.06 — 2.08	BELIMO NM230A-S (.46) Servopohon pre regulačnú klapku RKKTM Ø 280 mm		10	-		-		-		240/50	2,5	-	0,085	Riadenie podľa programu MaR
				124 x 62 x 80										
2.09 — 2.10	BELIMO LM230A-S Servopohon pre regulačnú klapku RKKTM Ø 160 — 250 mm		2	-		-		-		240/50	2,5	-	0,059	Riadenie podľa programu MaR
				116 x 61 x 80										

Zariadenie		Množstvo	Výkon zariadenia		Elektrické parametre			Napájanie	Poznámka
Pozícia	Typ zariadenia		Výkurovací výkon [kW]	Chladiaci výkon [kW]	Napätie	Príkon vykurovanie [kW]	Príkon chladenie [kW]		
Umiestnenie	Popis zariadenia		Parametre výmenníku	Parametre výmenníku	[V/Hz]	Menovitý prúd vykurovanie [A]	Menovitý prúd chladenie [A]		
Zariadenie č. 3 - chladienie hotelových izieb									
3.01 a	Vonkajšia jednotka VRF systému AJYA54LALH	1	18 vnútorná teplota 20 °C / vonkajšia teplota 7 °C	15,5 vnútorná teplota 24 °C / vonkajšia teplota 35 °C	230/50	4,56 20	4,49 21,69	Napájanie zabezpečí ELEKTRO	117 1 334 x 970 x 370
3.01 b	Vnútorná nástenná jednotka ASYA04GACH	9	1,3	1,1	230/50	0,13 0,16	0,13 0,16	Napájanie zabezpečí ELEKTRO	9 275 x 790 x 215
3.02 a	Vonkajšia jednotka VRF systému AJYA72LALH	1	25 vnútorná teplota 20 °C / vonkajšia teplota 7 °C	22,4 vnútorná teplota 24 °C / vonkajšia teplota 35 °C	400/50	5,72 9	5,51 8,8	Napájanie zabezpečí ELEKTRO	220 1 690 x 930 x 765
3.02 b	Vnútorná nástenná jednotka ASYA04GACH	13	1,3	1,1	230/50	0,13 0,16	0,13 0,16	Napájanie zabezpečí ELEKTRO	9 275 x 790 x 215

6 ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo meranie koncentrácie CO₂ v posudzovanej miestnosti, výpočet vhodného množstva privádzaného vzduchu, aby nedochádzalo k nepripustným koncentráciám oxidu uhličitého vo zvolenom objekte. Následne boli porovnané dva varianty systémov. Na základe porovnania koncentrácie, obstarávacích a prevádzkových nákladov bol vybraný vhodnejší z dvoch variantov, variant 2.

Navrhnutý systém vetrania sa skladá z dvoch jednotiek. Jedna zostavená jednotka slúži k hygienickému vetraniu hotelových izieb. Obsahuje spätné získavanie tepla regeneráciou, privádza čerstvý vzduch do izieb a následne znehodnotený vzduch odvádza z hygienických zariadení, čím dochádza k znižovaniu koncentrácie CO₂. Druhá kompaktná jednotka slúži pre vetranie chodby a pomocných priestorov. Vzduch je dopravovaný na chodbu a podtlakovo sa dostáva do ostatných priestorov, z ktorých je odvádzaný späť do strojovne cez doskový rekuperátor a následne do exteriéru. Na potrubia vedené exteriérom je navrhnutá tepelná izolácia.

Pre hotelové izby boli navrhnuté klimatizačné jednotky systému VRF pre pokrytie väčších tepelných ziskov, ktoré v letnom období pokrývajú tepelnú záťaž z vonkajšieho prostredia a tepelné zisky, ktoré produkujú samotní hostia nachádzajúci sa v izbách.

7 POUŽITÉ ZDROJE

- [1] JANOTKOVÁ, Eva. *Technika prostředí*. Praha: Mezinárodní organizace novinářů, 1991. ISBN 80-214-0258-x.
- [2] GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Brno: ERA, 2007. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-091-8.
- [3] CHYSKÝ, Jaroslav a Karel HEMZAL. *Větrání a klimatizace*. Vyd. 3., zcela přepracované. Brno: BOLIT-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- [4] SZÉKYOVÁ, Marta. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 80-8076-037-3.
- [5] JOKL, Miloslav. *Technická zařízení budov: interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry*. Vyd. 4. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-00222-5.
- [6] DUFKA, Jaroslav. *Větrání a klimatizace domů a bytů*. 2., přeprac. vyd. Praha: Grada, 2005. Profi & hobby. ISBN 80-247-1144-3.
- [7] STANOVENIE POTREBNEJ VÝMENY VZDUCHU POMOCO EXPERIMENTU. *www.tzbportal.sk* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/stanovenie-potrebnaj-vymeny-vzduchu-pomocu-experimentu.html>
- [8] Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. *NOAA Earth System Research Laboratory* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- [9] Formování vnitřního prostředí budov. *Časopis stavebnictví* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: https://www.casopisstavebnictvi.cz/formovani-vnitriho-prostredi-budov_N1732
- [10] GIACOKLIMA - systém podlahového vykurovania. *GIACOMINI SLOVAKIA s.r.o.* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.giacomini.sk/podlahove-vykurovanie.xhtml>
- [11] Izolace oblečení. *www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/576-izolace-obleceni>
- [12] SIMONS, Barbara, Christian KORANTENG, Emmanuel ADINYIRA a Joshua AYARKWA. An Assessment of Thermal Comfort in Multi Storey Office Buildings in Ghana. *Journal of Building Construction and Planning Research* [online]. 2014, 02(01), 30-38 [cit. 2018-01-03]. DOI: 10.4236/jbcpr.2014.21003. ISSN 2328-4889. Dostupné z: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/jbcpr.2014.21003>

- [13] Subjective measures. *Comfortable Low Energy Architecture* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.new-learn.info/packages/clear/thermal/people/surveying/clomet.html>
- [14] Solárny komín. *www.asb.sk* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/tzb/vetrane-a-klimatizacia/solarny-komin>
- [15] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: . Praha, 2007, ročník 2007, číslo 361. ISSN 1211-1244.
- [16] ČSN EN ISO 14644-1 Čisté prostory a příslušné řízené prostředí - Část 1: Klasifikace čistoty vzduchu podle koncentrace částic, 2016
- [17] FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ. *KLIMA RAPID, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.klimarapid.cz/faktory-ovlivnujici-kvalitu-vnitriho-prostredi>
- [18] Kvalita vnějšího a vnitřního vzduchu. *www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/6486-kvalita-vnejsiho-a-vnitriho-vzduchu>
- [19] Vliv oxidu uhličitého (CO₂) na kvalitu vnitřního prostředí. *www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-skol/15831-vliv-oxidu-uhliciteho-co2-na-kvalitu-vnitriho-prostredi>
- [20] ŠVADLENKOVÁ, Radka. Problematika syndromu nemocných budov (SBS) v pracovním prostředí kancelářských prostor v Českých Budějovicích, zdravotní důsledky a možnosti prevence. České Budějovice, 2010. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce MUDr. Marie Nosková
- [21] *Sick building syndrome* [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <http://www.bvsde.paho.org/muwww/fulltext/toxicolo/sick/sick.html>
- [22] Comet Multilogger M1440 - záznamník CO₂, teploty, vlhkosti, 4 vstupy. *www.meraciepristroje.sk* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://www.meraciepristroje.sk/comet-multilogger-m1440-zaznamnik-co2-teploty-vlhkosti-4-vstupy>
- [23] ČSN EN 12207 Okna a dveře – Průvzdušnost – Klasifikace, 2017
- [24] Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15 665/Z1. *www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2018-01-03]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1>
- [25] ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov - Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy, 2010

[26] Teorie vlhkého vzduchu (I). *www.tzb-info.cz* [online]. [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/teorie-a-vypocty-vetrani-klimatizace/3323-teorie-vlhkeho-vzduchu-i>

8 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

Označenie	Veličina	Jednotka
DRS	Dokumentácia pre realizáciu stavby	
EPS	Elektrická požiarne signalizácia	
	Elektrické napätie	[V]
ELE	Elektro	
	Elektrický prúd	[A]
	Frekvencia	[Hz]
	Komplet	[kpl]
	Koncentrácia	[ppm]
	Kus	[ks]
MaR	Meranie a regulácia	
	Meter bežný	[bm]
Ø	Priemer	[mm]
P	Príkon	[W]
SBS	Syndróm chorých budov	
SZT	Spätné získavanie tepla	
VRF	Variable refrigerant flow	
VZT	Vzduchotechnika	
Zb.	Zbierka zákonov	

9 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Porovnanie vertikálneho rozloženia teplôt rôznymi spôsobmi vykurovania [10].....	15
Obrázok 2: Izolácia súboru oblečenia [11]	20
Obrázok 3: Graf závislosti PMV a PPD [12].....	21
Obrázok 4: Schéma navrhovanej koncepcie pomocou solárneho komína [14]	22
Obrázok 5: Rozdiel medzi čistým a zaneseným filtrom (uhlíkový a HEPA filter).....	23
Obrázok 6: Hladina vnímania odérov v závislosti od času (1 – éterické, 2 – aromatické, 3 – izovalerické, 4 – žltkavé, 5 – narkotické) [5].....	25
Obrázok 7: Trend v raste koncentrácie CO ₂ nameraný na Havaji [8].....	28
Obrázok 8: Pôdorys bytového domu	32
Obrázok 9: Posudzovaná miestnosť	33
Obrázok 10: Okno v posudzovanej miestnosti.....	33
Obrázok 11: Merací prístroj Comet Multilogger m1440	34
Obrázok 12: Umiestnenie prístroja v posudzovanej miestnosti.....	35
Obrázok 13: Variant 1 obsluhovaný jednou jednotkou.....	48
Obrázok 14: Variant 2 s rozdelením na dve zariadenia	48
Obrázok 15: Vybrané parametre jednotky z variantu 1 - zariadenie č. 1	49
Obrázok 16: Zariadenie č. 1 - AeroMaster XP16.....	49
Obrázok 17: Vybrané parametre z variantu 2 - zariadenie č. 2	50
Obrázok 18: Zariadenie č. 2 - AeroMaster XP04.....	50
Obrázok 19: Vybrané parametre jednotky z variantu 2 - zariadenie č. 3	50
Obrázok 20: Zariadenie č. 3 - Cake VZ-4.....	50
Obrázok 21: Porovnanie návrhu jednotlivých variantov.....	51

10 ZOZNAM GRAFOV

Graf 1: Percentuálne zastúpenie hlavných zložiek mikroklim, ktoré sa podieľajú na tvorbe vnútorného prostredia [9]	14
Graf 2: Percentuálne zastúpenie jednotlivých faktorov podieľajúcich sa na tvorbe tepelno-vlhkostnej mikroklimy [9]	15
Graf 3: Box ploty koncentrácie CO ₂	36
Graf 4: Pribeh koncentrácie CO ₂ v exteriéri.....	36
Graf 5: Koncentrácia CO ₂ 7.3.2017	37
Graf 6: Koncentrácia CO ₂ 8.3.2017	38
Graf 7: Porovnanie výsledkov množstva privádzaného vzduchu infiltráciou.....	41
Graf 8: Intenzita vetrania infiltráciou.....	41
Graf 9: Koncentrácia CO ₂ v pobytovej miestnosti s VZT.....	47
Graf 10: Porovnanie koncentrácie CO ₂ variantu 1 a variantu 2.....	52
Graf 11: Porovnanie teoretických potrieb jednotlivých variantov	54
Graf 12: Porovnanie nákladov jednotlivých variantov	55
Graf 13: Koncentrácia CO ₂ 7.3.2017	83
Graf 14: Koncentrácia CO ₂ 8.3.2017	83
Graf 15: Koncentrácia CO ₂ 9.3.2017	84
Graf 16: Koncentrácia CO ₂ 10.3.2017	84
Graf 17: Koncentrácia CO ₂ 11.3.2017	85
Graf 18: Koncentrácia CO ₂ 12.3.2017	85
Graf 19: Koncentrácia CO ₂ 13.3.2017	86
Graf 20: Koncentrácia CO ₂ 14.3.2017	86
Graf 21: Koncentrácia CO ₂ 15.3.2017	87

11 ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Závislosť koeficientu A od rýchlosti prúdenia vzduchu [2].....	16
Tabuľka 2: Tepelný pocit podľa indexu PMV [13]	21
Tabuľka 3: Trieda čistoty podľa ČSN EN 14644 [16].....	24
Tabuľka 4: Vplyv zvýšenej koncentrácie oxidu uhličitého na ľudský organizmus [7].....	29
Tabuľka 5: Koncentrácia CO ₂ v exteriéri.....	36
Tabuľka 6: Vstupné hodnoty koncentrácie CO ₂	37
Tabuľka 7: Rozdelenie otvorov podľa ČSN EN 12207 [23].....	39
Tabuľka 8: Výpočet množstva privádzaného vzduchu infiltráciou	40
Tabuľka 9: Množstvo privádzaného vzduchu infiltráciou podľa poklesu koncentrácie CO ₂	40
Tabuľka 10: Požiadavky na vetranie podľa ČSN EN 15665/Z1 [24]	42
Tabuľka 11: Základné požiadavky na vetracie a klimatizačné systémy podľa ČSN EN 13779 [25]	42
Tabuľka 12: Maximálna produkcia škodlivín 7:00 do 22:00.....	43
Tabuľka 13: Maximálna produkcia škodlivín od 22:00 do 7:00.....	44
Tabuľka 14: Vstupné hodnoty použité vo výpočte	45
Tabuľka 15: Výpočet koncentrácie v navrhovanej miestnosti.....	46
Tabuľka 16: Porovnanie jednotlivých variantov	53
Tabuľka 17: Vonkajšie parametre vzduchu	58
Tabuľka 18: Parametre vnútorného prostredia.....	58

12 ZOZNAM PRÍLOH

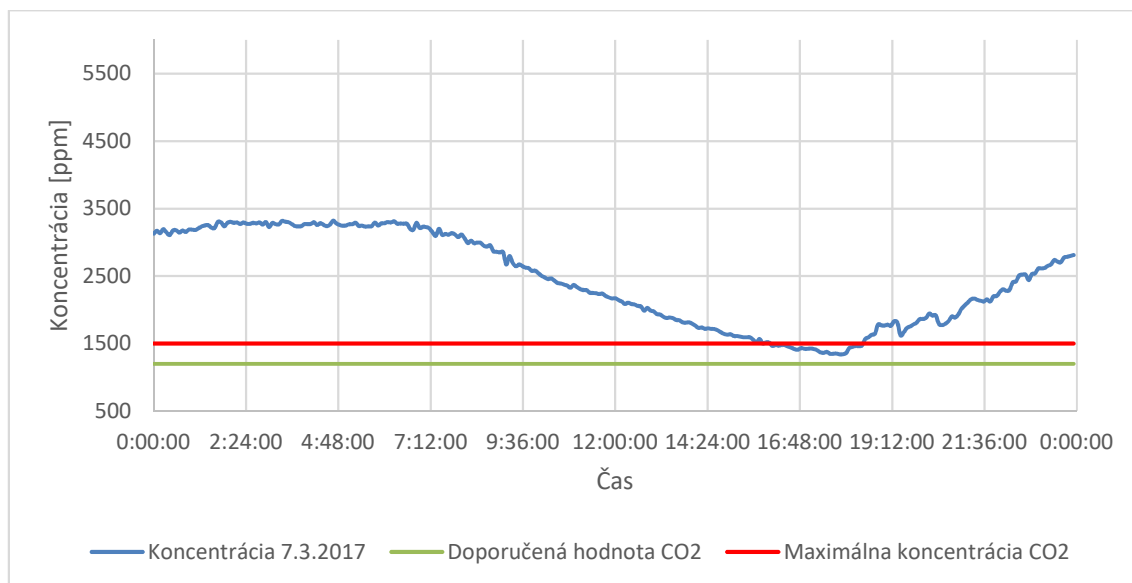
P1 – Grafy priebehu koncentrácie jednotlivých dní merania.....	83
P2 – Zariadenie č. 1.....	88
P3 – Zariadenie č. 2.....	99
P4 – Zariadenie č. 4.....	107

13 ZOZNAM VOĽNÝCH PRÍLOH

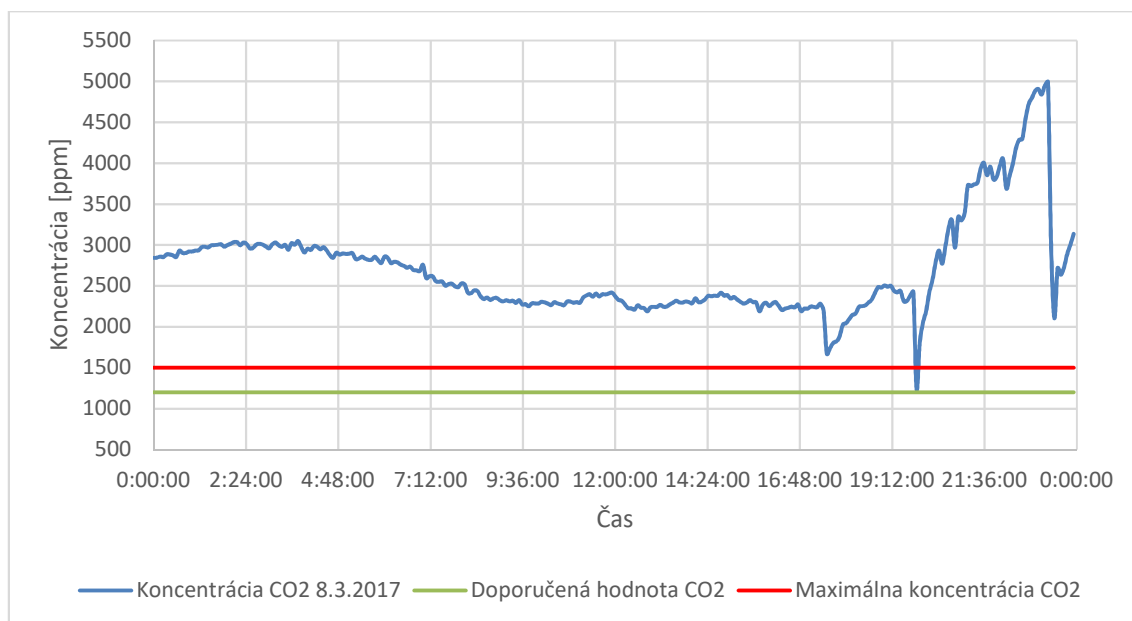
Výkres 01: Jednočiarové porovnanie variantov	M 1:100
Výkres 02: Pôdorys 2.NP osi 1 – 7	M 1:50
Výkres 03: Pôdorys 2.NP osi 7 – 17	M 1:50
Výkres 04: Pôdorys 2.NP osi 17 – 23	M 1:50
Výkres 05: Rezy D – H	M 1:50

PRÍLOHY

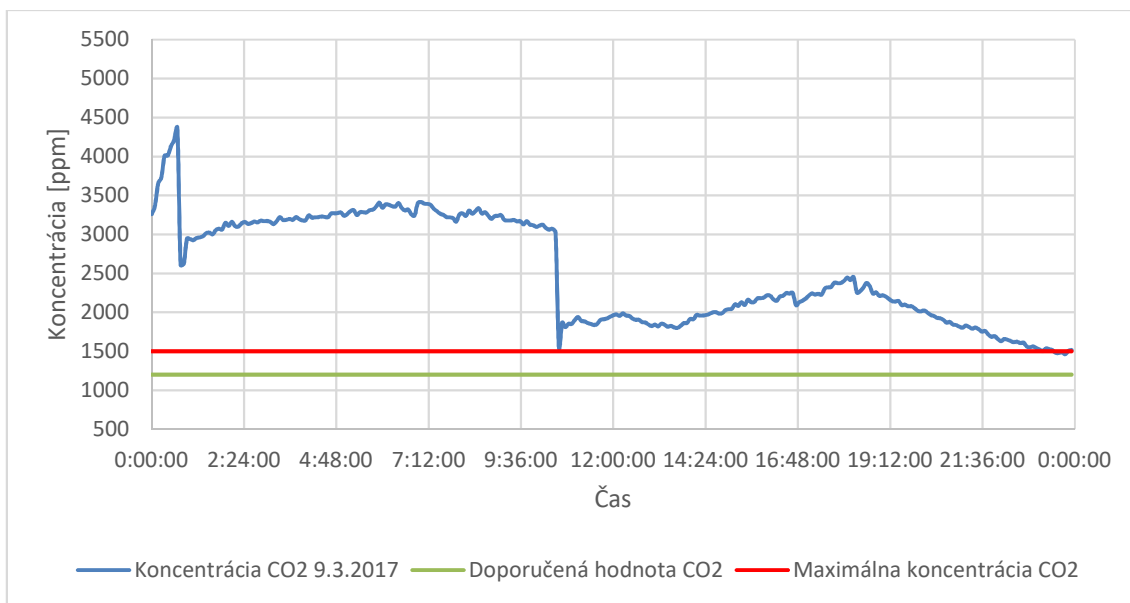
P1 – Grafy priebehu koncentrácie jednotlivých dní merania



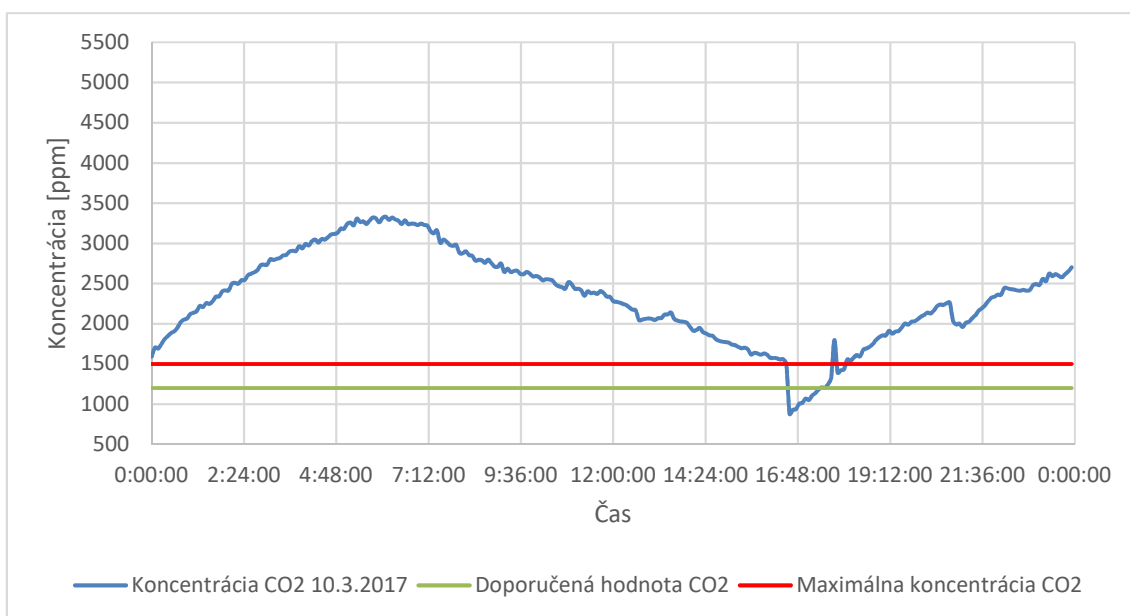
Graf 13: Koncentrácia CO₂ 7.3.2017



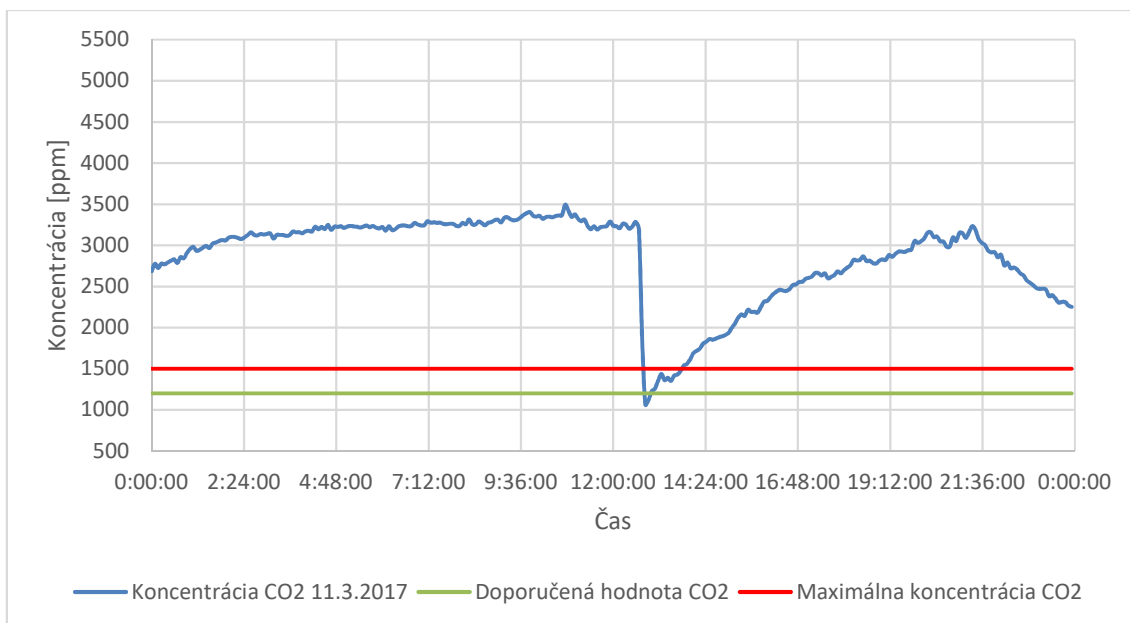
Graf 14: Koncentrácia CO₂ 8.3.2017



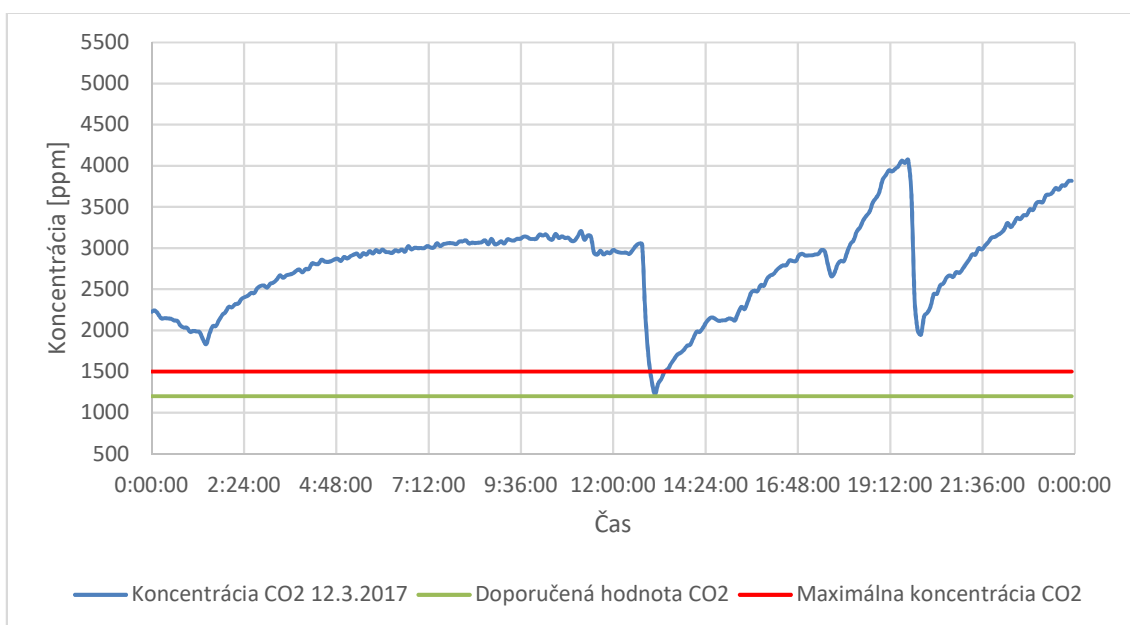
Graf 15: Koncentrácia CO₂ 9.3.2017



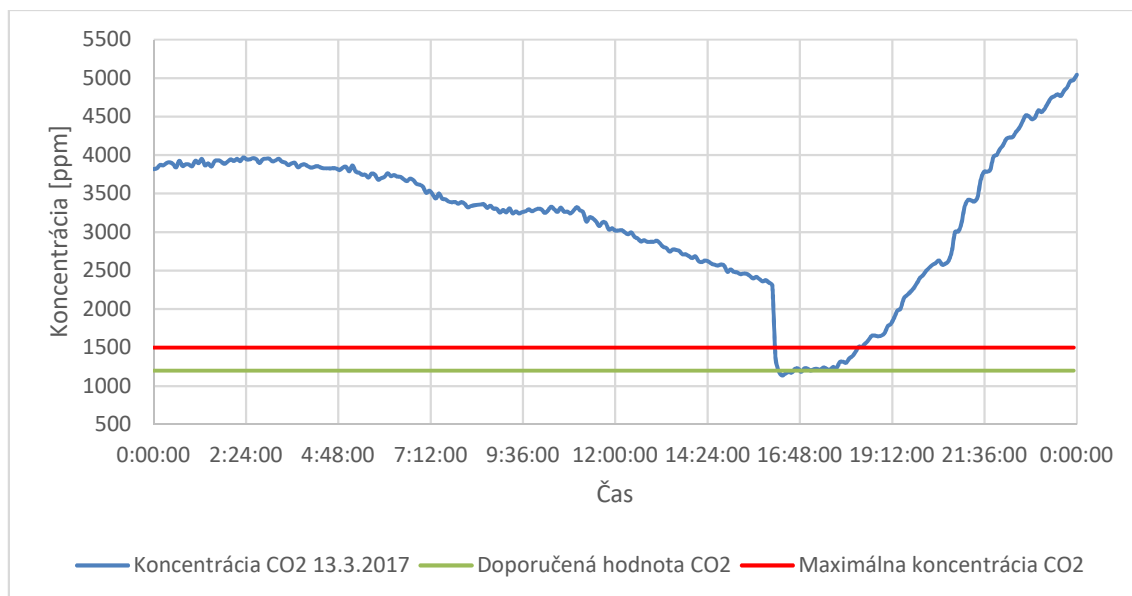
Graf 16: Koncentrácia CO₂ 10.3.2017



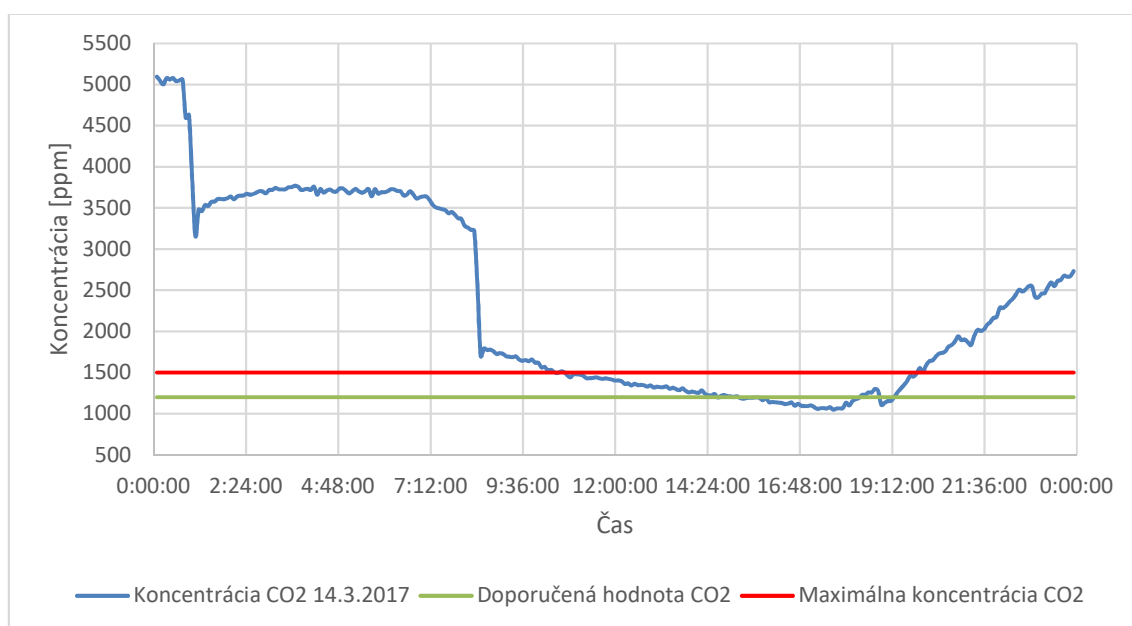
Graf 17: Koncentrácia CO₂ 11.3.2017



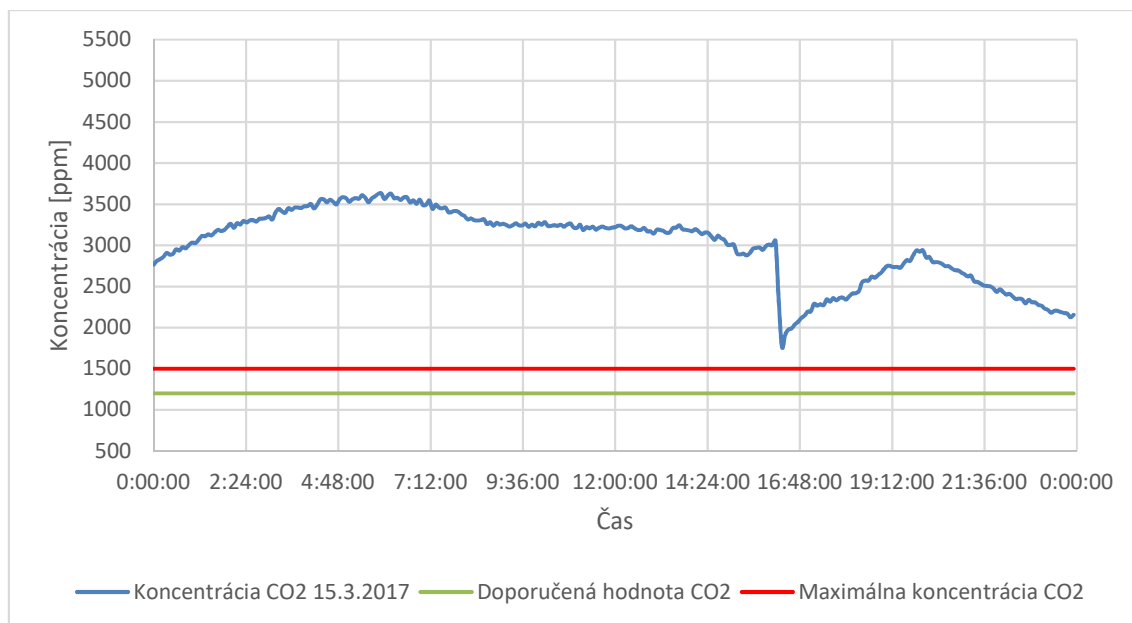
Graf 18: Koncentrácia CO₂ 12.3.2017



Graf 19: Koncentrácia CO₂ 13.3.2017



Graf 20: Koncentrácia CO₂ 14.3.2017



Graf 21: Koncentrácia CO₂ 15.3.2017

P2 – Zariadenie č. 1



Názov projektu

Hotelové izby

Technická špecifikácia zariadenia

Číslo zariadenia	Názov zariadenia	Určenie jednotky	Strana
01	Zariadenie č. 1	Štandardné prostredie	2

ID ponuky

Vypracoval

Projekt vytvorený:

Tlač:

Michal Valkovič - FAST VUT

15.12.2017,13:33

15.12.2017,14:27

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Štandardné prostredie



STRUČNÁ ŠPECIFIKÁCIA ZARIADENIA

Základné parametre zariadenia

Druh, rozmer	AeroMaster XP 04	
Typ riadiaceho systému	Nie je	
Hmotnosť (+10%)	581 kg	
Umiestnenie jednotky	Vnútroň	
Materiálové prevedenie		
Vonkajší plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnútroňný plášť	Pozinkovaný plech	
	Prívod	Odvod
Prietok vzduchu	1870 m³/h	1870 m³/h
Externá tlaková rezerva	180 Pa	256 Pa
Rýchlosť v priereze	1.89 m/s	1.89 m/s
Prikon ventilátorov	0.46 kW	0.46 kW
1. stupeň filtrácie	M5	G4
2. stupeň filtrácie	-	-
SFP ₁	894 W.m ⁻³ .s	877 W.m ⁻³ .s

Model box AMXP3



		Parametre plášťa podľa EN1886	
Celkový prikon jednotky	1.01 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájacie napätie		Netesnosť skrine	L2(M)
Celkový prúd I _{max}		Termická izolácia	T3(M)
		Faktor tepelných mostov	TB3(M)
SFP _{NEU}	1771 W.m ⁻³ .s	Netesnosť medzi filtrom a rámom	< 0.5 % (F9)

Najdôležitejšie parametre vybraných komponentov

	Na strane vzduchu		Na strane média	
Spätý zisk tepla	-12.0 → 13.2 °C	76 %		
Ohrev	13.2 → 21.0 °C	4.9 kW	70/38 °C, Voda, 1.0 kPa, 0.13 m³/h	
Chladenie	29.0 → 18.7 °C	7.0 kW	6 °C, Freon R410A (Mix), 2.7 kPa, 169 kg/h	

Detailné špecifikácie a výsledné parametre sú súčasťou detailnej špecifikácie vzduchotechnického zariadenia

Hlukové údaje zariadenia

	LwA _{okt} * [dB]								LwA _{tot} ** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sanie	35	41	51	56	51	45	41	35	58
Prívod - výtlak	52	48	60	69	73	73	69	63	78
Prívod - okolie	45	32	41	42	43	43	39	30	50
Odvod - sanie	52	53	58	63	62	57	53	46	67
Odvod - výtlak	41	57	65	71	76	76	71	65	81
Odvod - okolie	34	41	46	44	46	46	42	31	53

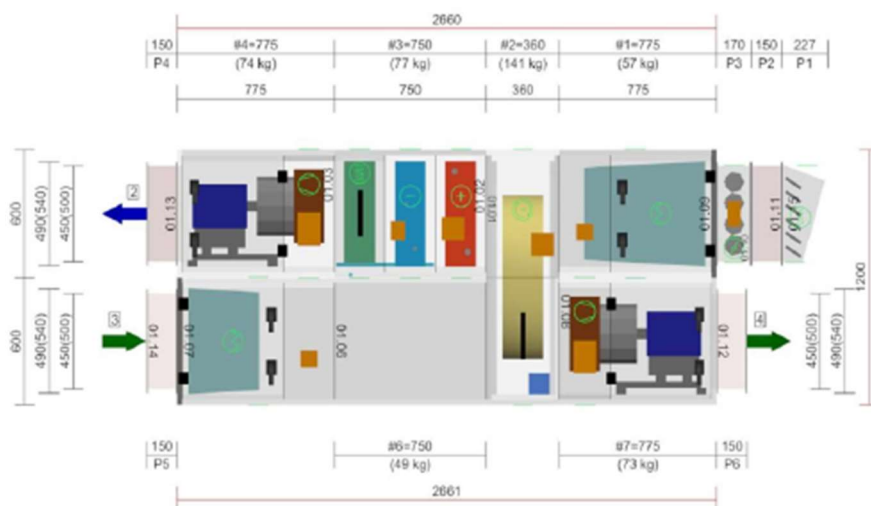
* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmach

** Celková hladina akustického výkonu

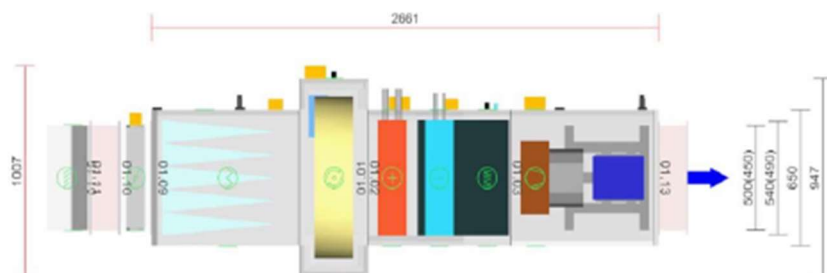
GRAFIKÉ POHLADY

Bokorys servisnej strany

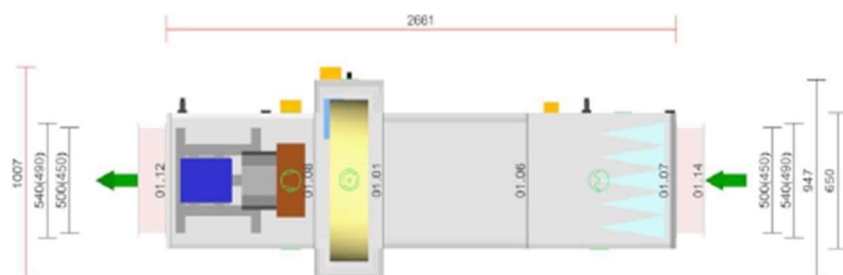
Číslovanie vetiev: 1 - vonkajší vzduch, 2 - prívodný vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadový vzduch, 5 - cirkulačný vzduch



Pôdorys prívodnej vetvy



Pôdorys odtahovej vetvy



ID ponuky
 Projekt [1] Hotelové izby
 Číslo / Názov zariadenia 01 / Zariadenie č. 1
 Určenie jednotky Standardné prostredie



DETAILNÉ PARAMETRE ZARIADENIA

01.15 Protidažďová žalúzia	Prívod	XPZO 500-450
Kód	XPZO55045R	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	
Tlaková strata	13 Pa	
01.11 Tlmiaca vložka	Prívod	DV 500-450
Kód	VDV015045	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	
01.10 Klapka	Prívod	LK 500-450
Kód	VLK015045	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	
Tlaková strata	1 Pa	
Plocha klapiek	0.23 m ²	
Trieda tesnosti	2	
Počet servopohonov	1 ks	
Krútiaci moment serva	4 Nm	

Príslušenstvo vstavané

- Servopohon LM 230A, Kód: XPSEL23-, Počet: 1

01.09 Filter	Prívod	XPNH 04/5 ECOD
Kód	XPNH004 S005S	
Servisný prístup	Z ľava	
Materiál vnútorného pláštá	Pozinkovaný plech	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	
Tlaková strata	116 Pa	
Trieda filtrácie	M5	
Typ filtra	Kapsový	
Počiatkový / Koncová tlaková strata	32 / 200 Pa	
Koncová tlaková strata podľa výrobcu	450 Pa	

Príslušenstvo vstavané

- Panel čelný - vstup XPK 04/P, Kód: XPKO004RS-P, Počet: 1
- Montážna sada panelu XPK 04/P (MSP), Kód: MPKO004RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakovej diferencie P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtra

- Kód AX **11Z50041864**
- Rozmer vložky (dĺžka × výška × hĺbka) 535x495x600 mm
- Trieda filtrácie M5
- Počet vreciek v jednej vložke 5 ks
- Počet vložiek v jednej filtračnej vstavbe **1 ks**

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Štandardné prostredie



01.01 Rotačný rekuperátor	Prívod/Odvod	XPXR 04/0		
Kód	XPXR004RS0L01T10FRA		Zima	Leto
Nominálny prietok vzduchu	1870 / 1870 m ³ /h	Teplota / Vlhkosť - Prívod		
Tlaková strata	104 / 105 Pa	Vstup	-12.0 °C / 95 %	29.0 °C / 37 %
Rýchlosť v priereze	2.1 / 2.3 m/s	Výstup	13.2 °C / 44 %	29.0 °C / 37 %
Typ výmenníka	Teplotný T	Teplota / Vlhkosť - Odvod		
Výška vlny / šírka rotora	1.9 / 200 mm	Vstup	21.0 °C / 45 %	26.0 °C / 65 %
Priemer vonkajší	770 mm	Výstup	0.1 °C / 100 %	26.0 °C / 65 %
Motor				
Napájacie napätie	3NPE 230 V, 50 Hz	Teplotná účinnosť	76 %	
Výkon	90 W	Suchá teplotná účinnosť	76 %	
Prúd max.	6.10 A	Výkon		
Napájacie napätie regulátora	1NPE 230 V, 50 Hz	Celkový výkon	19.8 kW	
		Čistý výkon	15.3 kW	
		Viazaný výkon	4.4 kW	

Príslušenstvo vstavané

- Snímač namrzania NS 120, Kód: XPNS120N, Počet: 1

Príslušenstvo nenamontované

- Regulátor otáčok XPFM 0.37 (IP21) 1x230V (85 Hz), Kód: XPFMIM031A20, Počet: 1

01.02 Vodný ohrievač	Prívod	XPNC 04/1R		
Kód	XPNC004-S01		Zima	Leto
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	Teplota / Vlhkosť		
Tlaková strata	22 Pa	Vstup	13.2 °C / 44 %	29.0 °C / 37 %
Rýchlosť v priereze	2.9 m/s	Výstup	21.0 °C / 27 %	29.0 °C / 37 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet radov	1	Teplotný spád		70 / 38 °C
Počet okruhov	1			
Rozteč lamiel	2.1 mm	Výkon	4.9 kW	
Materiál				
Materiál rúrok	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamiel	Al	Prietok	0.13 m ³ /h	
Pripojenie		Tlaková strata	1.0 kPa	
Priemer pripojenia	1"			
Vodný obsah	0.96 l			
Typ	6.35.CU.10.AL.17.01.0415.21.W.X.X.002.017.R 1" L			

Príslušenstvo vstavané

- Zmiešavací uzol SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1
- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Standardné prostredie



01.02 Priamy chladič / kondenzátor		Prívod	XPNF 04/3RF	
Kód	XPNF004-S03LF		Zima	Leto
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h		Teplota / Vlhkosť	
Tlaková strata	56 Pa		21.0 °C / 27 %	
Suchá tlaková strata	51 Pa		Vstup	
Rýchlosť v priereze	2.9 m/s		21.0 °C / 27 %	
Teplonosné médium	Freon R410A (Mix)		Výstup	
Počet radov	3		Teplota vyparovania	
Počet okruhov	1		6 °C	
Rozteč lamiel	2.5 mm		Výkon	
Materiál	Cu		Množstvo kondenzátu	
			7.0 kW	
			1.2 kg/h	
Materiál lamiel	Al		Teplonosné médium	
			Hmotnostný prietok	
Pripojenie	22 / 16 mm		169 kg/h	
Priemer pripojenia	1.77 l		Tlaková strata	
Vodný obsah	6.35.CU.10.AL.17.03.0415.25.E.X.X.006.051.R		2.7 kPa	
Typ	16/22 L			

Poznámka: Ventilátor je navrhnutý na základe mokrej tlakovej straty výmenníka.

Príslušenstvo vstavané

- Kapilárový termostat CAP 2M_XP, Kód: XPNSCAP2, Počet: 1

Príslušenstvo nenamontované

- Súprava pre odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

01.02 Eliminátor kvapiek	Prívod	XPNU 04
Kód	XPNU004-S0	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m³/h	
Tlaková strata	19 Pa	
01.03 Ventilátor	Prívod	XPVB 250 (114855/H01)
Kód	XPVB004RS025H11114855H01	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m³/h	
Statický tlak	512 Pa	
Celkový tlak	555 Pa	
Externá tlaková strata	180 Pa	
Prúd v pracovnom bode	1.97 A	
Otáčky ventilátora (n) / (nmax)	3014/3080 1/min	
Požadované otáčky v prac. dobe	98 %	
Účinnosť – $\eta_{f,pm}$	62 %	
Účinnosť – $\eta_{f,em}$	57 %	
Elektrický príkon	0.46 kW	
Špecifický výkon ventilátora	894 W.m³.s	
Rýchlosť v priereze	1.89 m/s	
Pracovná frekvencia	50 Hz	
Typ ventilátora	S voľným obežným kolesom	
Typ	GR25C-6ID.BD.CR	
Zapojenie ventilátora	Samostatne	
Prevod	Priamy	
K-faktor	60	
Max. rozsah snímača prietoku vzduchu	1897 m³/h	
Motor		
Trieda účinnosti motora	EC integrovaný regulátor	
Výkon motora nom.	0.5 kW	
Menovitý prúd	2.23 A	
Napájacie napätie motora	1NPE 230 V, 50 Hz	
Počet pólov	6	
Istenie	EC kontrolér	

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Štandardné prostredie



Poznámka: Ventilátor je navrhnutý so zohľadnením systémového efektu.

Príslušenstvo vstavané

- Panel čelný - výtlak XPK 04/P, Kód: XPKO004RS-P, Počet: 1
- Montážna sada panelu XPK 04/P (MSP), Kód: MPKO004RS-P, Počet: 1
- Regulácia na konštantný tlak/prietok CPG-P (príprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

01.13 Tlmiaca vložka Prívod DV 500-450

Kód VDV015045
Nominálny prietok vzduchu 1870 m³/h

01.14 Tlmiaca vložka Odvod DV 500-450

Kód VDV015045
Nominálny prietok vzduchu 1870 m³/h

01.07 Filter Odvod XPNH 04/4 ECOD

Kód XPNH004-S004S
Servisný prístup Z prava
Materiál vnútorného pláštá Pozinkovaný plech
Nominálny prietok vzduchu 1870 m³/h
Tlaková strata 90 Pa
Trieda filtrácie G4
Typ filtra Kapsový
Počiatočný / Koncová tlaková strata 30 / 150 Pa
Koncová tlaková strata podľa výrobcu 250 Pa

Príslušenstvo vstavané

- Panel čelný - vstup XPK 04/P, Kód: XPKO004RS-P, Počet: 1
- Montážna sada panelu XPK 04/P (MSP), Kód: MPKO004RS-P, Počet: 1
- Snímač tlakovej diferencie P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

Skladba filtra

- Kód AX 11250041856
- Rozmer vložky (dĺžka × výška × hĺbka) 535x495x350 mm
- Trieda filtrácie G4
- Počet vreciek v jednej vložke 5 ks
- Počet vložiek v jednej filtračnej vstavbe 1 ks

01.06 Sekcia prázdna Odvod XPJP 04/D

Kód XPJP004RS0-D
Nominálny prietok vzduchu 1870 m³/h

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Štandardné prostredie



01.08 Ventilátor	Odvod	XPVB 250 (114858/H01)
Kód	XPVB004RS025H11114858H01	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	
Statický tlak	452 Pa	
Celkový tlak	495 Pa	
Externá tlaková strata	256 Pa	
Prúd v pracovnom bode	1.96 A	
Otáčky ventilátora (n) / (n _{max})	2978/3050 1/min	
Požadované otáčky v prac. dobe	98 %	
Účinnosť – $\eta_{f,sys}$	56 %	
Účinnosť – $\eta_{st,sys}$	52 %	
Elektrický príkon	0.46 kW	
Špecifický výkon ventilátora	877 W.m ⁻¹ .s	
Rýchlosť v priereze	1.89 m/s	
Pracovná frekvencia	50 Hz	
Typ ventilátora	S voľným obežným kolesom	
Typ	GR25C-6IK.BA.CR	
Zapojenie ventilátora	Samostatne	
Prevod	Priamy	
K-faktor	60	
Max. rozsah snímača prietoku vzduchu	1897 m ³ /h	
Motor		
Trieda účinnosti motora	EC integrovaný regulátor	
Výkon motora nom.	0.5 kW	
Menovitý prúd	2.25 A	
Napájacie napätie motora	1NPE 230 V, 50 Hz	
Počet pólov	6	
Istenie	EC kontrolér	

Poznámka: Ventilátor je navrhnutý so zohľadnením systémového efektu.

Príslušenstvo vstavané

- Panel čelný - výtlak XPK 04/P, Kód: XPK0004RS-P, Počet: 1
- Montážna sada panelu XPK 04/P (MSP), Kód: MPK0004RS-P, Počet: 1
- Regulácia na konštantný tlak/prietok CPG-P (príprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

01.12 Tlmiaca vložka	Odvod	DV 500-450
Kód	VDV015045	
Nominálny prietok vzduchu	1870 m ³ /h	

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Hotelové izby
01 / Zariadenie č. 1
Standardné prostredie



ZOZNAM POLOŽIEK VZT

Výrobné (prepravné) bloky sekcií

Označenie bloku	Rozmery (Š x V x D) **	Hmotnosť	Podstavný rám Výška *	Materiál plášte	Typ rámu
#1	721 x 600 x 775 mm	56.9 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#2	1007 x 1200 x 360 mm	141.1 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#3	750 x 600 x 750 mm	77.2 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#4	721 x 600 x 775 mm	74.4 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#5	721 x 600 x 775 mm	56.9 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#6	650 x 600 x 750 mm	48.5 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
#7	721 x 600 x 775 mm	73.4 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
P1	540 x 490 x 227 mm	8.0 kg	-	Lakovaný plech (RAL 9002)	-
P2	540 x 490 x 150 mm	3.1 kg	-	-	-
P3	580 x 490 x 170 mm	8.4 kg	-	-	-
P4	540 x 490 x 150 mm	3.1 kg	-	-	-
P5	540 x 490 x 150 mm	3.1 kg	-	-	-
P6	540 x 490 x 150 mm	3.1 kg	-	-	-
Celkom		557.2 kg			

* V uvedenej výške rámu je započítaná aj výška podstavných nožičiek (ak sú osadené).

** Uvedené rozmery nezahŕňajú balenia.

Príslušenstvo vzduchotechnické jednotky

Položka	Počet	Hmotnosť	2081 ***	Materiál plášte	Označenie bloku
Súprava pre odvod kondenzátu	1	1.0 kg	Nie	-	#3
Spájacia sada montážna	2	3.9 kg	Áno	-	#3
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#6
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#5
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#7
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#1
Spájacia sada montážna	6	6.0 kg	Nie	-	-
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#4
Spájacia sada montážna	1	2.0 kg	Áno	-	#6

*** Položky nemontované vo výrobe sú dodávané voľne ložené

ZOZNAM POLOŽIEK MAR

Riadiaca jednotka a príslušenstvo merania a regulácie

Položka	Počet	Hmotnosť	2081 ***	Označenie bloku
Regulátor otáčok	1	0.6 kg	Nie	#2

*** Položky nemontované vo výrobe sú dodávané voľne ložené

Celková hmotnosť zariadenia 581 kg

REMAK

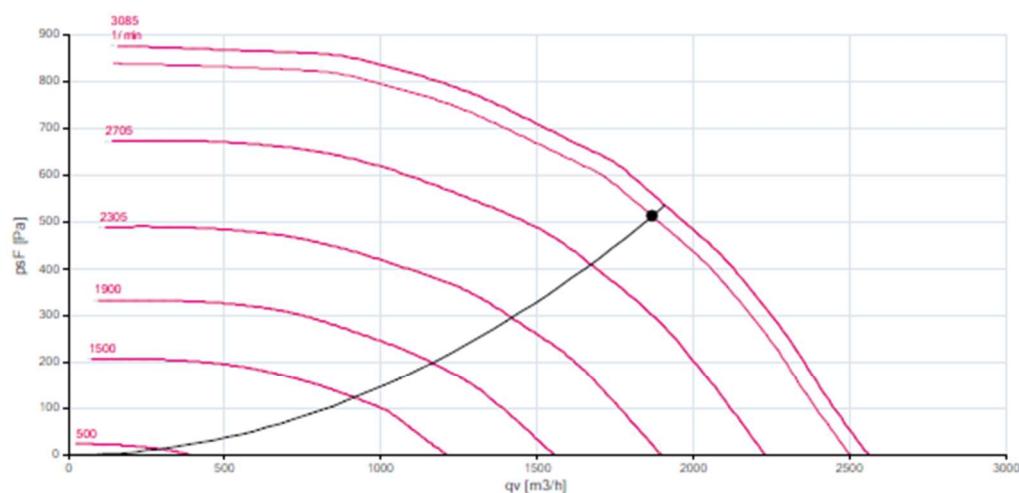
Vytvorené 15.12.2017, 13:33 v programe AutoCAD verzie 6.5.99 (11.12.2017), vytlačené 15.12.2017, 14:27

Strana: 9/13

Charakteristika ventilátorov

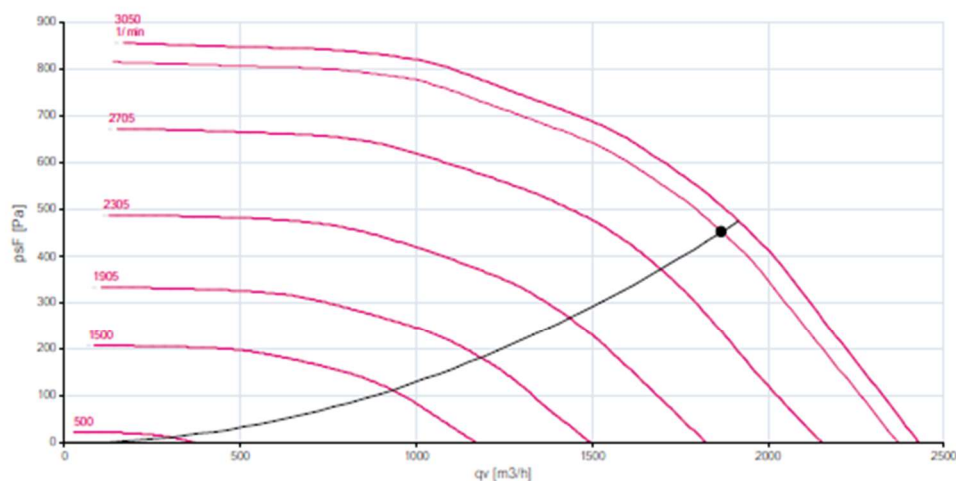
Prívodná vetva

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_i$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_e$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVB 250 (114855/H01)	1870	512	555	3014	1NPE 230 V, 50 Hz	0,46	57



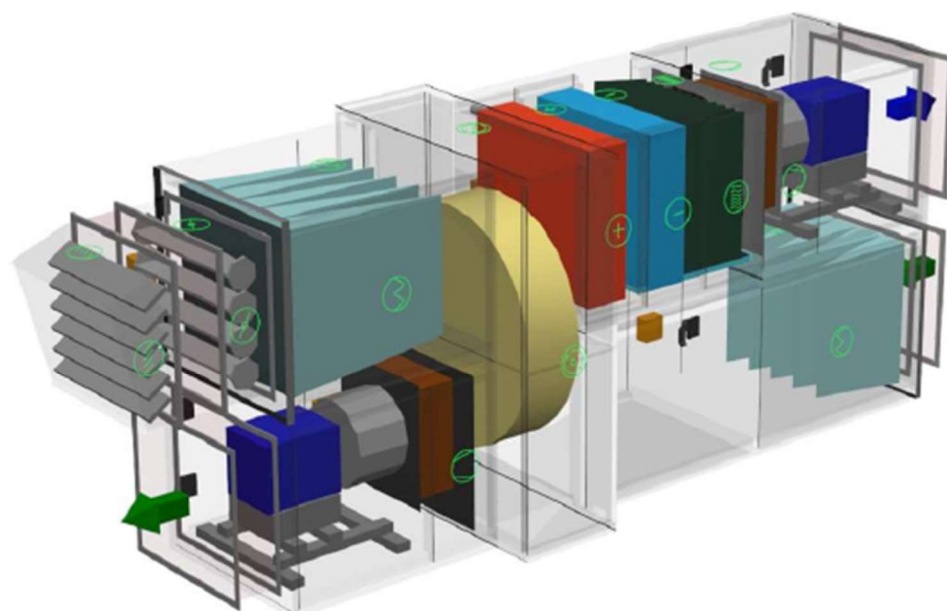
Odvodná vetva

Typ	V_n [m³/h]	$\Sigma \Delta p_i$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_e$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
XPVB 250 (114855/H01)	1870	452	495	2978	1NPE 230 V, 50 Hz	0,46	52

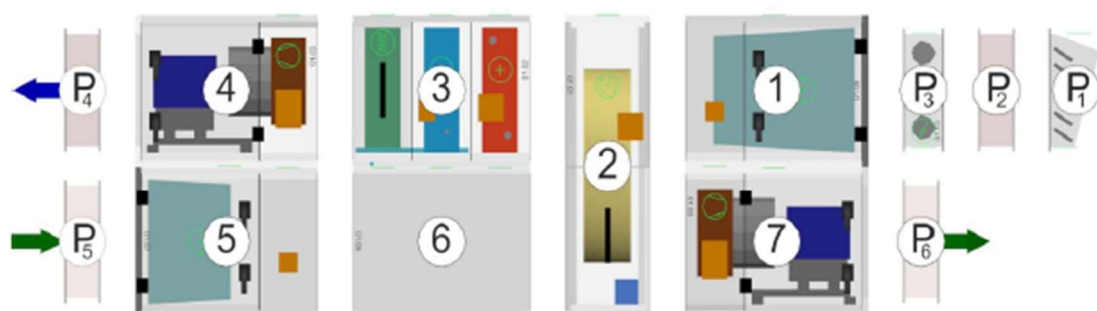


ROZŠÍRENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP

Axonometrický pohľad na zariadenie



Transportné bloky



P3 – Zariadenie č. 2

REMAK

Názov projektu

Chodba

Technická špecifikácia zariadenia

Číslo zariadenia	Názov zariadenia	Určenie jednotky	Strana
01	Zariadenie č.2	Štandardné prostredie	2

ID ponuky

Vypracoval

Projekt vytvorený:

Tlač:

Michal Valkovič - FAST VUT

15.12.2017,15:23

10.01.2018,11:25

ID ponuky	
Projekt	[1] Chodba
Číslo / Názov zariadenia	01 / Zariadenie č.2
Určenie jednotky	Štandardné prostredie

STRUČNÁ ŠPECIFIKÁCIA ZARIADENIA

Základné parametre zariadenia			
Druh, rozmer	Cake VZ-4		
Typ riadiaceho systému	VCS (Climatix)		
	Webové ovládanie + mobilná aplikácia pre OS Android		
Hmotnosť (+10%)	430 kg		
Umiestnenie jednotky	Vonkajšie		
Materiálové prevedenie			
Vonkajší plášť	Pozinkovaný plech		
Vnútorný plášť	Pozinkovaný plech		
	Prívod	Odvod	
Prietok vzduchu	1550 m³/h	1550 m³/h	
Externá tlaková rezerva	139 Pa	130 Pa	
Rýchlosť v priereze	1.64 m/s	1.64 m/s	
Príkon ventilátorov	0.34 kW	0.36 kW	
1. stupeň filtrácie	M5	G4	
2. stupeň filtrácie	-	-	
SFP ₁	788 W.m ⁻¹ .s	827 W.m ⁻¹ .s	
	Parametre plášťa podľa EN1886		
Celkový príkon jednotky	0.70 kW	Mechanická stabilita	D1(M)
Napájacie napätie	1×230V+N+PE 50Hz	Netesnosť skrine	L1(M)
Celkový prúd I _{max}	8 A	Termická izolácia	T2(M)
		Faktor tepelných mostov	TB2(M)
SFP _{WU}	1615 W.m ⁻¹ .s	Netesnosť medzi filtrom a rámom	< 0,5 % (F9)
Najdôležitejšie parametre vybraných komponentov			
	Na strane vzduchu		Na strane média
Spätný zisk tepla	-12.0 → 16.9 °C		88 %
Ohrev	16.9 → 19.0 °C		1.1 kW
Chladenie	29.0 → 19.0 °C		6.1 kW
			70/50 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.05 m³/h
			6 °C, Freon R410A (Mix), 48.2 kPa, 148 kg/h

Detailné špecifikácie a výsledné parametre sú súčasťou detailnej špecifikácie vzduchotechnického zariadenia

Hlukové údaje zariadenia

	LwA _{okt} * [dB]								LwA** [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Prívod - sanie	42	43	57	62	62	60	58	53	67
Prívod - výtlak	42	46	59	65	69	69	64	59	74
Prívod - okolie	33	27	38	37	32	27	18	13	42
Odvod - sanie	40	47	57	63	61	61	57	50	67
Odvod - výtlak	42	49	61	67	70	69	62	55	74
Odvod - okolie	33	30	39	39	32	27	17	9	44

* Hladiny akustického výkonu v oktávových pásmach

** Celková hladina akustického výkonu

KOMENTÁR K TECHNICKÉJ ŠPECIFIKÁCI ZARIADENIA

- Zariadenie s vodným ohrievačom neobsahuje základné prvky protimrazovej ochrany. Skontrolujte osadenie klapky so servopohonom na vstupe do vetvy.
- Nemáte zvolený vykurovací kábel pre súpravu odvodu kondenzátu. Zariadenie je určené do vonkajšieho prostredia, hrozí tak riziko zamŕznutia kondenzátu. Odporúčame pridať vykurovací kábel (alebo káble) ku každej súprave odvodu kondenzátu v zariadení.

ID ponuky

Projekt

Číslo / Názov zariadenia

Určenie jednotky

[1] Chodba

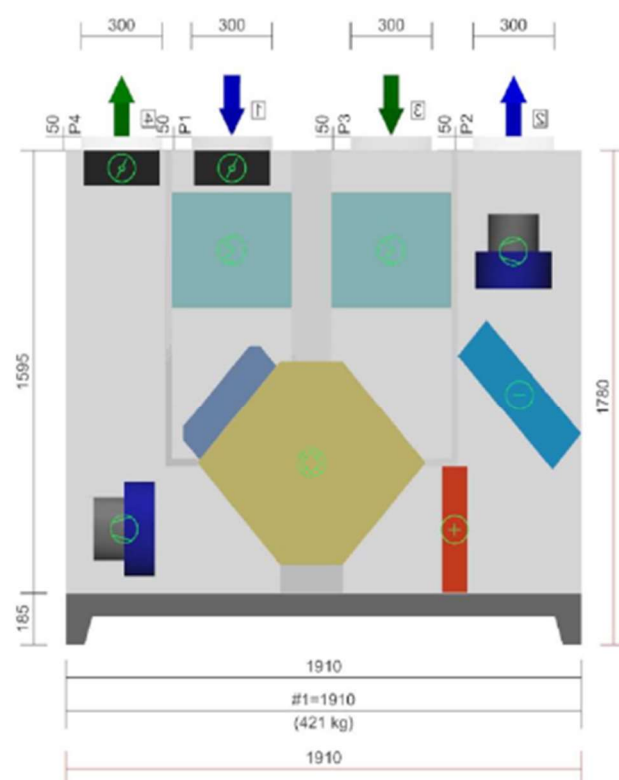
01 / Zariadenie č.2

Štandardné prostredie

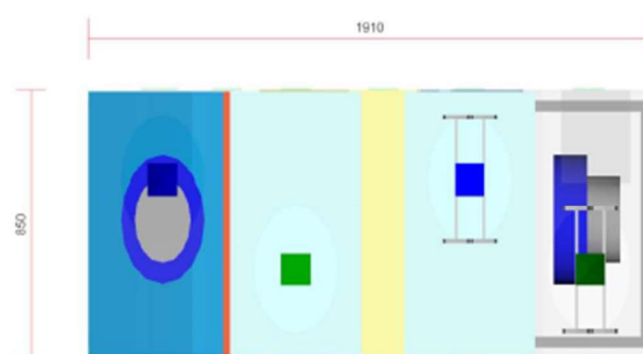
GRAFICKÉ POHLADY

Bokorys servisnej strany

Číslovanie vetiev: 1 - vonkajší vzduch, 2 - prívodný vzduch, 3 - odťahový vzduch, 4 - odpadový vzduch, 5 - cirkulačný vzduch



Pôdorys jednotky



REMAK

Vytvorené 15.12.2017,15:23 v programe AeroCAD verzie 6.6.02 (04.01.2018), vytlačenie 10.01.2018,11:25

Strana: 3 / 18

ID ponuky
 Projekt [1] Chodba
 Číslo / Názov zariadenia 01 / Zariadenie č.2
 Určenie jednotky Štandardné prostredie

DETAILNÉ PARAMETRE ZARIADENIA

01.01 Doskový rekuperátor	Prívod/Odvod	REK+53		
Kód			Zima	Leto
Nominálny prietok vzduchu	1550 / 1550 m ³ /h	Teplota / Vlhkosť - Prívod		
Tlaková strata	152 / 202 Pa	Vstup	-12.0 °C / 95 %	29.0 °C / 37 %
Rýchlosť v priereze	2.0 / 1.9 m/s	Výstup	16.9 °C / 12 %	29.0 °C / 37 %
Typ	-	Teplota / Vlhkosť - Odvod		
		Vstup	21.0 °C / 45 %	26.0 °C / 65 %
		Výstup	0.7 °C / 95 %	26.0 °C / 65 %
		Účinnosť	88 %	
		Suchá teplotná účinnosť	80 %	
		Výkon	14.4 kW	

Príslušenstvo vstavané

- Vaňa pre odvod kondenzátu - odvod EHA-BATH, Kód: , Počet: 1
- Servopohon klapky obtoku NM 24A-SR/D, Kód: XPSES24S, Počet: 1
- Snímač namrzania TGL 100, Kód: 31E55010123, Počet: 1

Príslušenstvo nenamontované

- Súprava pre odvod kondenzátu XPOO/D, Kód: XPOOOD, Počet: 1

01.01 Klapka na prívode	Prívod	LK-ODA-300
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Tlaková strata	43 Pa	
Plocha klapiek	0.07 m ²	
Počet servopohonov	1 ks	

01.01 Klapka na odvode	Odvod	LK-EHA-300
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Tlaková strata	43 Pa	
Plocha klapiek	0.07 m ²	
Počet servopohonov	1 ks	

01.01 Filter na prívode	Prívod	F-ODA-BAG-M5-685x385x380
Kód		
Materiál vnútorného pláštá	Pozinkovaný plech	
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Tlaková strata	106 Pa	
Trieda filtrácie	M5	
Typ filtra	Kapsový	
Počiatočný / Koncová tlaková strata	12 / 200 Pa	

Príslušenstvo vstavané

- Snímač tlakovej diferencie filtra P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Chodba
01 / Zariadenie č.2
Štandardné prostredie

01.01 Filter na odvode	Odvod	F-ETA-BAG-G4-685x385x380
Kód		
Materiál vnútorného pláštá	Pozinkovaný plech	
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Tlaková strata	102 Pa	
Trieda filtrácie	G4	
Typ filtra	Kapsový	
Počiatočný / Koncová tlaková strata	5 / 200 Pa	

Príslušenstvo vstavané

- Snímač tlakovej difference filtra P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

01.01 Vodný ohrievač	Prívod	HCW-3-616x300/1R
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	Teplota / Vlhkosť
Tlaková strata	15 Pa	Vstup
Rýchlosť v priereze	2.3 m/s	Výstup
Teplonosné médium	Voda	
Počet radov	1	Teplotný spád
Počet okruhov	1	
Rozteč lamiel	2.1 mm	Výkon
Materiál		
Materiál rúrok	Cu	Teplonosné médium
Materiál lamiel	Al	Prietok
Pripojenie		Tlaková strata
Priemer pripojenia	1/2" "	
Vodný obsah	0.68 l	
Typ	6.30.CU.10.AL.12.01.0616.21.W.X.X.002.012.R 1/2" L	

Príslušenstvo vstavané

- Protimrazové čidlo NS 150A, Kód: 31E55010118, Počet: 1

Príslušenstvo nenamontované

- Zmiešavací uzol SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

01.01 Priamy chladič / kondenzátor	Prívod	CCDX-5-590x650/2R
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	Teplota / Vlhkosť
Tlaková strata	9 Pa	Vstup
Suchá tlaková strata	7 Pa	Výstup
Rýchlosť v priereze	1.1 m/s	
Teplonosné médium	Freon R410A (Mix)	Teplota vyparovania
Počet radov	2	
Počet okruhov	1	Výkon
Rozteč lamiel	2.5 mm	Množstvo kondenzátu
Materiál		Teplonosné médium
Materiál rúrok	Cu	Hmotnostný prietok
Materiál lamiel	Al	Tlaková strata
Pripojenie		
Priemer pripojenia	22 / 16 mm	
Vodný obsah	2.46 l	
Typ	6.30.CU.10.AL.26.02.0590.25.E.X.X.002.052.R 16/22 L	

Poznámka: Ventilátor je navrhnutý na základe mokrej tlakovej straty výmenníka.

Príslušenstvo vstavané

- Kapilárový termostat CAP 2M_XP, Kód: XPNSCAP2, Počet: 1

ID ponuky
 Projekt [1] Chodba
 Číslo / Názov zariadenia 01 / Zariadenie č.2
 Určenie jednotky Štandardné prostredie

01.01 Ventilátor na privode	Privod	SUP-RH25C-6ID.BD.CR (114843)
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Statický tlak	463 Pa	
Celkový tlak	493 Pa	
Externá tlaková strata	139 Pa	
Prúd v pracovnom bode	1.44 A	
Otáčky ventilátora (n) / (nmax)	2665/3080 1/min	
Požadované otáčky v prac. dobe	87 %	
Účinnosť – $\eta_{f,sys}$	63 %	
Účinnosť – $\eta_{st,sys}$	59 %	
Elektrický príkon	0.34 kW	
Špecifický výkon ventilátora	788 W.m ⁻³ .s	
Rýchlosť v priereze	1.63 m/s	
Pracovná frekvencia	50 Hz	
Typ ventilátora	S voľným obežným kolesom	
Typ	RH25C-6ID.BD.CR	
Zapojenie ventilátora	Samostatne	
Prevod	Priamy	
Motor		
Trieda účinnosti motora	EC-integrovaný regulátor	
Výkon motora nom.	0.5 kW	
Menovitý prúd	2.23 A	
Napájacie napätie motora	1NPE 230 V, 50 Hz	
Istenie	EC kontrolér	

Poznámka: Ventilátor je navrhnutý so zohľadnením systémového efektu.

01.01 Ventilátor na odvode	Odvod	EHA-RH28C-6IK.BA.CR (114847)
Kód		
Nominálny prietok vzduchu	1550 m ³ /h	
Statický tlak	478 Pa	
Celkový tlak	497 Pa	
Externá tlaková strata	130 Pa	
Prúd v pracovnom bode	1.52 A	
Otáčky ventilátora (n) / (nmax)	2247/2530 1/min	
Požadované otáčky v prac. dobe	89 %	
Účinnosť – $\eta_{f,sys}$	60 %	
Účinnosť – $\eta_{st,sys}$	58 %	
Elektrický príkon	0.36 kW	
Špecifický výkon ventilátora	827 W.m ⁻³ .s	
Rýchlosť v priereze	1.63 m/s	
Pracovná frekvencia	50 Hz	
Typ ventilátora	S voľným obežným kolesom	
Typ	RH28C-6IK.BA.CR	
Zapojenie ventilátora	Samostatne	
Prevod	Priamy	
Motor		
Trieda účinnosti motora	EC-integrovaný regulátor	
Výkon motora nom.	0.5 kW	
Menovitý prúd	2.23 A	
Napájacie napätie motora	1NPE 230 V, 50 Hz	
Istenie	EC kontrolér	

Poznámka: Ventilátor je navrhnutý so zohľadnením systémového efektu.

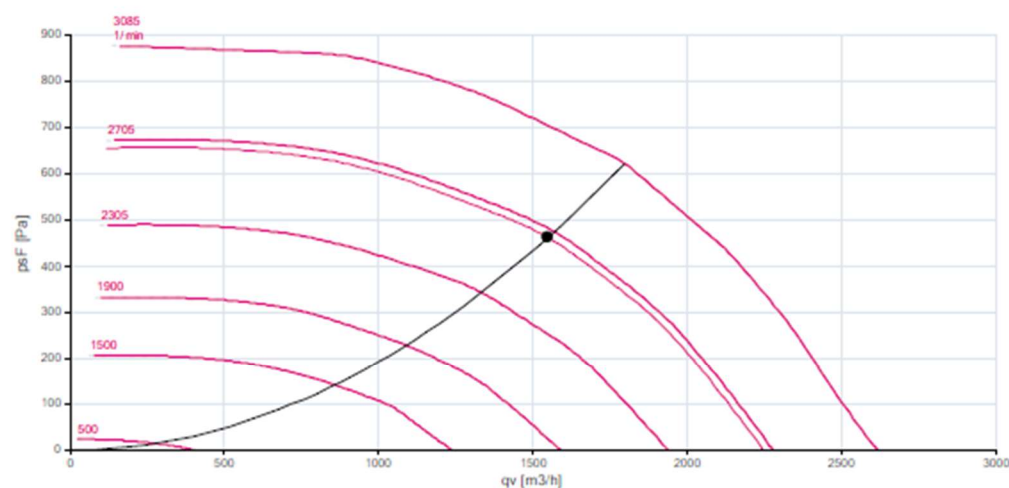
ID ponuky
Projekt
Číslo / Názov zariadenia
Určenie jednotky

[1] Chodba
01 / Zariadenie č.2
Standardné prostredie

Charakteristika ventilátorov

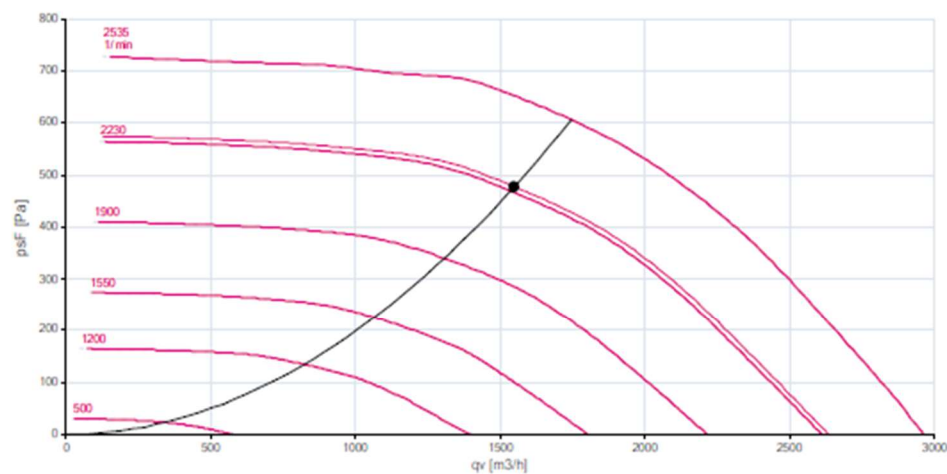
Prívodná vetva

Typ	V_v [m³/h]	$\Sigma \Delta p_i$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_e$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
SUP-RH25C-6ID.BD.CR (114843)	1550	463	493	2665	1NPE 230 V, 50 Hz	0.34	59



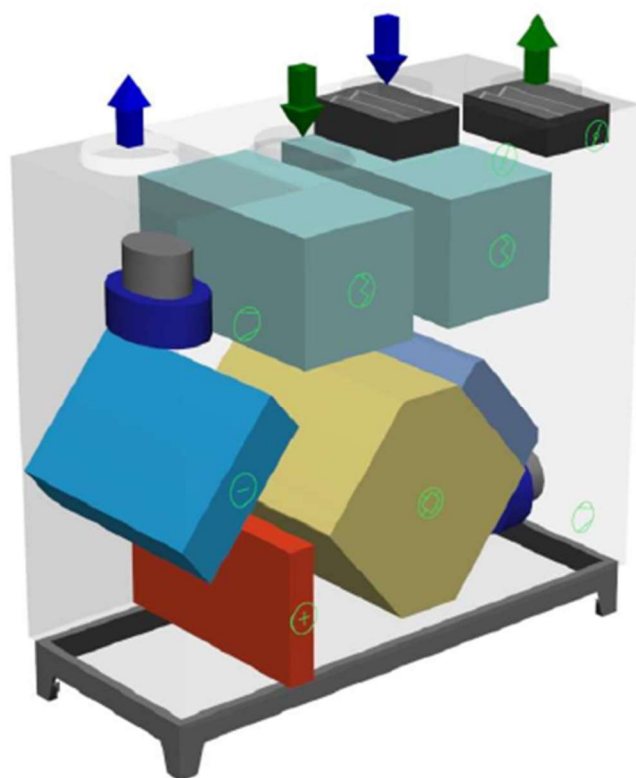
Odvodná vetva

Typ	V_v [m³/h]	$\Sigma \Delta p_i$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_e$ [Pa]	n [1/min]	U [V]	P [kW]	η [%]
EHA-RH28C-6IK.BA.CR (114847)	1550	478	497	2247	1NPE 230 V, 50 Hz	0.36	58

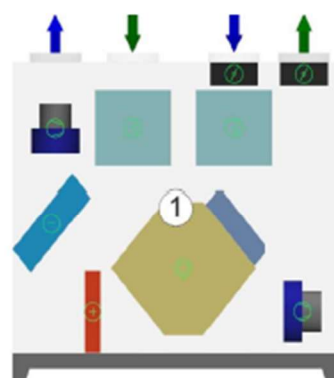


ROZŠÍRENÝ VÝKRESOVÝ VÝSTUP

Axonometrický pohľad na zariadenie



Transportné bloky



P4 – Zariadenie č. 3



2. Parametre vnútorných jednotiek

2.1. Tabuľka skratiek

Názov	Lokálny názov zariadenia	HC	Dostupný vykurovací výkon (vrátane strát z odmrázovania)
Model	Názov modelu zariadenia	Vzduchový výkon	Vzduchový výkon pri min a max otáčkach ventilátora
RC C	Menovitý chladiaci výkon	ESP	Externý statický tlak
RC H	Menovitý vykurovací výkon	Hlučnosť	Nízky a vysoký akustický tlak
Tmp C	Vnútorné podmienky pri chladení	MCA	Minimálny obvodový prúd
Rq TC	Požadovaný chladiaci výkon	VxŠxH	Výška x Šírka x Hĺbka
TC	Dostupný celkový chladiaci výkon	Hmotnosť	Hmotnosť zariadenia
Rq SC	Požadovaný citeľný chladiaci výkon	Dis Tmp C	Discharge temperature at cooling
SC	Dostupný citeľný chladiaci výkon	Dis Tmp H	Discharge temperature at heating
Tmp H	Vnútorná teplota pri kúrení	HE	Heat exchanger volume
Rq HC	Požadovaný vykurovací výkon (vrátane strát z odmrázovania)	Rated	Rated current














2.2. Vonkajšia jednotka 1 (VRF system) – AJYA54LALH

Názov	Model	RC C (kW)	RC H (kW)	Tmp C (C/%)	Rq TC (kW)	TC (kW)	Rq SC (kW)	SC (kW)	Tmp H (C)	Rq HC (kW)	HC (kW)
Izba 2.19	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,9	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.16	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.15	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.12	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.11	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.08	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.07	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.04	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.01	ASYA04QACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,9	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9

Názov	Model	Vzduchový výkon (m3/h)	ESP (Pa)	Hlučnosť (dB)	Rated (A)	MCA (A)	VxŠxH (mm)	Hmotnosť (kg)	Obrázok
Izba 2.19	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.16	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.15	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.12	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.11	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.08	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.07	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.04	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.01	ASYA04QACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	

2.3. Vonkajšia jednotka 2 (VRF system) – AJYA72LALH

Názov	Model	RC C (kW)	RC H (kW)	Tmp C (C/°)	Rq TC (kW)	TC (kW)	Rq SC (kW)	SC (kW)	Tmp H (C)	Rq HC (kW)	HC (kW)
Izba 2.20	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,9	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.23	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.24	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,8	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.27	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.28	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.31	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.32	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.35	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.36	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.39	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.43	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Izba 2.40	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9
Apartmán 2.44	ASYA04GACH	1,1	1,3	24,0/45,9	0,7	0,9	0,5	0,8	20,0	0,5	0,9

Názov	Model	Vzduchový výkon (m ³ /h)	ESP (Pa)	Hlučnosť (dB)	Rated (A)	MCA (A)	VxSxH (mm)	Hmotnosť (kg)	Obrázok
Izba 2.20	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.23	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.24	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.27	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.28	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.31	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.32	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.35	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.36	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.39	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.43	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Izba 2.40	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	
Apartmán 2.44	ASYA04GACH	Low 420		31	0,16	0,19	275x790x215	9,00	

3. Parametre vonkajších jednotiek



3.1. Tabuľka skratiek

Názov	Lokálny názov zariadenia	Tmp H	Vonkajšia teplota pri kúrení (suchý teplomer)
Model	Názov modelu zariadenia	HC	Vykurovací výkon
EER	EER	MCA	Minimálny obvodový prúd
COP	COP	MFA	Hodnota hlavného ističa
RC C	Menovitý chladivý výkon	VxSxH	Výška x Šírka x Hĺbka
RC H	Menovitý vykurovací výkon	Hmotnosť	Hmotnosť zariadenia
Comb	Percentuálna kombinácia	Chladivo	Standardné predplnenie chladiva výrobcom
Tmp C	Vonkajšia teplota pri chladiení (suchý teplomer)	Rated C	Rated current Cooling
TC	Dostupný celkový chladivý výkon	Rated H	Rated current Heating

3.2. Parametre vonkajších jednotiek

Séria: VRF system

Názov	Model	EER	COP	Comb (%)	RC C (kW)	RC H (kW)	Tmp C (°C)	TC (kW)	Tmp H (°C)	HC (kW)
Vonkajšia jednotka 1	AJYA54LALH	3,45	3,95	63,9	15,5	18,0	35,0	7,7	7,0	8,3
Vonkajšia jednotka 2	AJYA72LALH	4,07	4,37	63,8	22,4	25,0	35,0	11,1	7,0	12,0

Názov	Model	PS	Rated C (A)	Rated H (A)	MCA (A)	MFA (A)	VxSxH (mm)	Hmotnosť F (kg)	Chladivo (kg)	Obrázok
Vonkajšia jednotka 1	AJYA54LALH	1N, 230V, 50Hz	21,69	20,03	30,3	32	1334x970x370	117,00	5,30	
Vonkajšia jednotka 2	AJYA72LALH	3N, 400V, 50Hz	8,8	9,2	24,7	30	1690x930x765	220,00	11,20	

4. Schéma zapojenia Cu potrubia

4.1. Potrubie Vonkajšia jednotka 1 (VRF system)

